

**Universitat de Lleida**

**Efectivitat dels exercicis “CORE” i els exercicis d’aixecament de pes sobre la intensitat del dolor, la força muscular, la discapacitat, la qualitat de vida i la recidiva en dolor lumbar mecànic nociceptiu: assaig clínic aleatoritzat**

**Treball Final de Grau: Projecte d’investigació**

**FACULTAT D’INFERMERIA I FISIOTERÀPIA**

**Doble titulació: Grau en Fisioteràpia i Ciències de l’activitat física i de l’esport**

Alumne: Andreu Mateu Verdera

Tutor/a: Oriol Martínez Navarro

Lleida, 20 de maig de 2020

## ÍNDEX

1. Marc teòric/Introducció.....	7
1.1. Dolor lumbar nociceptiu.....	7
1.1.1. Prevalença i incidència.....	7
1.1.2. Etiologia i classificacions del dolor lumbar.....	8
1.1.3. Diagnòstic i fisiopatologia del dolor lumbar nociceptiu.....	11
1.1.4. Tractament actual del dolor lumbar.....	12
1.2. Anatomia.....	13
1.2.1. Articulacions i elements ossis.....	13
1.2.2. Musculatura.....	14
1.2.3. Discs vertebrals.....	17
1.2.4. Fàscies.....	18
1.2.5. Lligaments.....	19
1.2.6. Innervació.....	20
1.2.7. Vascularització.....	22
1.3. Importància de l'estabilitat en la zona lumbar.....	22
1.4. Exercicis de control motor o <i>CORE</i> .....	26
1.5. Exercicis d'aixecament de pes o <i>lifting</i> .....	27
1.6. Justificació del treball.....	29
2. Hipòtesi.....	30
3. Objectius.....	31
4. Metodologia.....	32
4.1. Disseny de l'estudi.....	32
4.2. Subjectes de l'estudi.....	33
4.3. Variables de l'estudi.....	37
4.4. Recollida i maneig de la informació.....	40
4.5. Pla d'intervenció.....	42
4.6. Generalització i aplicabilitat.....	48
4.7. Anàlisi estadística.....	49
5. Organització de l'estudi.....	50
6. Calendari previst.....	53

7. Limitacions i possibles biaixos.....	55
8. Problemes ètics.....	56
9. Pressupost.....	56
10. Bibliografia.....	59
11. Annexos.....	65

## ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Músculs estabilitzadors i mobilitzadors de la regió lumbo-pèlvica.....	25
Taula 2: Resum del calendari previst.....	54
Taula 3: Pressupost per recursos humans.....	57
Taula 4: Pressupost per recursos materials.....	57

## ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1: Estructura i parts de la vèrtebra lumbar.....	73
Figura 2: Fàscia i musculatura abdominal.....	73
Figura 3: Localització anatòmica del múscul multífids.....	74
Figura 4: Secció transversal del disc intervertebral.....	74
Figura 5: Lligaments vertebrals.....	75
Figura 6: Distribució anterior dels dermatomes.....	75
Figura 7: Els sis subsistemes de l'actual model.....	76
Figura 8: Equació d'estimació de proporcions.....	35
Figura 9: Posició en el test de Biering-Sorensen.....	76
Figura 10: Posició del test de flexió a 60°.....	77
Figura 11: Posició del test del pont lateral.....	77
Figura 12: Fases en l'execució de l'exercici de pes mort.....	77

## RESUM

**Pregunta clínica d'investigació:** És més efectiu el tractament amb exercicis d'aixecament de pes que el tractament amb exercicis de control motor en pacients adults amb lumbàlgia mecànica nociceptiva?

**Objectiu:** Comprovar si els exercicis d'aixecament de pes augmenten en major mesura la força muscular lumbar i abdominal, la qualitat de vida i disminueixen en major mesura la intensitat del dolor, la discapacitat i la recidiva que els exercicis de control motor, en adults amb dolor lumbar mecànic nociceptiu.

**Metodologia:** Estudi experimental de tipus assaig clínic aleatoritzat controlat, de simple cec en persones adultes d'entre 18 i 64 anys diagnosticades de lumbàlgia mecànica nociceptiva pels metges d'atenció primària de Palma (Mallorca). L'estudi es realitzarà entre el juny del 2020 i el juliol del 2022, amb dos grups de tractament. El grup control, que realitzarà els exercicis de control motor o CORE i el grup experimental, que durà a terme el tractament amb exercicis d'aixecament de pes. Les dues intervencions es desenvoluparan amb dues sessions a la setmana durant un període de 10 setmanes. S'avaluarà abans i després de la intervenció el dolor (a través de l'escala visual anàloga), la discapacitat (a través del qüestionari de discapacitat d'Oswestry), la qualitat de vida (a través del qüestionari de salut SF-36) i la força muscular (a través del test de Biering-Sorensen, el de 60° flexió i el de pont lateral) i als 3, als 6 i als 12 mesos de finalitzar el tractament la recidiva.

**Paraules clau:** lumbàlgia mecànica nociceptiva, exercici, control motor, aixecament de pes

## ABSTRACT

**Clinical question:** Is more effective the treatment with lifting exercises than the treatment with motor control exercises in adult patients with nociceptive mechanical low back pain?

**Objectives:** Check if weight lifting exercises increase lumbar and abdominal muscle strength and quality of life more and decrease pain intensity, disability and relapse than motor control exercises, in adult patients with nociceptive mechanical low back pain.

**Methodology:** An experimental simple-blind randomized controlled clinical trial study in adults between the ages of 18 and 64 diagnosed with nociceptive mechanical low back pain by primary care physicians in Palma (Mallorca). The study will be conducted between June 2020 and July 2022, with two treatment groups. The control group, which will perform the motor control exercises or CORE, and the experimental group, which will carry out the treatment with weight lifting exercises. Both interventions will be developed with two sessions a week over a period of 10 weeks. Pain (through the Visual Analog Scale), disability (through the Oswestry Disability Questionnaire), quality of life (through the SF-36 Health Questionnaire), muscular strength (through the Biering-Sorensen test, the 60° flexion test and the lateral bridge test) will be evaluated before and after the intervention the relapse will be assessed at 3, 6 and 12 months after the end of the treatment.

**Key words:** nociceptive mechanical low back pain, exercise, motor control, lifting

## ABREVIATURES

IASP: International Association for the Study of Pain / Associació Internacional per l'Estudi del Dolor

AINE's: AntiInflamatoris No Esteroïdals

CAP's: Centres d'Atenció Primària

IBESTAT: Institut d'Estadística de les Illes Balears

EVA: Escala visual Anàloga/ Visual Analog Scale

QDO: Qüestionari de Discapacitat d'Oswestry

SF-36: Qüestionari de salut SF-36

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences / Paquet Estadístic per a les Ciències Socials

PBU: Pressure Biofeedback Unit / Unitat de pressió per retroalimentació

MCIV: Màxima Contracció Isomètrica Voluntària

RM: Repetició Màxima

MMSS: Membres Superiors

MMII: Membres Inferiors

CEI-IB: Comitè Ètic d'Investigació de les Illes Balears

## 1. MARC TEÒRIC

### 1.1 DOLOR LUMBAR NOCICEPTIU

La *International Association for the Study of Pain* (IASP) defineix el dolor com “una experiència sensorial i emocional desagradable associada a un dany tissular real o potencial o descrit en termes de danys” [1]

El dolor lumbar és un trastorn múscul-esquelètic que es defineix per la presència de dolor i desconfort situat entre el marge costal i els plecs glutis, amb o sense irradiació del dolor cap a la cama [2].

Un dels subgrups de la lumbàlgia, en el qual es centrarà el present treball, és el dolor lumbar nociceptiu, que es caracteritza per l'activació de les fibres nociceptives perifèriques, amb un dolor que té un patró mecànic consistent i proporcionat que es pot reproduir mitjançant moviments. Específicament, el dolor nociceptiu és aquell que ocorre quan s'activen els receptors perifèrics terminals de les fibres aferents A delta o C com a resposta a un estímul tèrmic, químic (inflamatori) o mecànic [3,4].

#### 1.1.1 PREVALENÇA I INCIDÈNCIA

En quant a l'epidemiologia, el dolor lumbar és un problema de salut considerable a nivell mundial, fins el punt de considerar-se la causa principal d'absentisme laboral i limitació de l'activitat física arreu del món, amb la consegüent disminució de la qualitat de vida i l'elevada despesa econòmica. Fins no fa molt, el dolor d'espatlla baix, sols era considerat un problema de salut en països desenvolupats, però actualment, s'ha demostrat àmpliament que ho és també, sinó més, en països subdesenvolupats i en vies de desenvolupament [5,6].

La prevalença del dolor lumbar, a nivell mundial, afecta entorn al 70-80% de la població general en algun moment de la seva vida. Dins aquestes, es calcula que una de cada quatre persones, presenten episodis de recaiguda. A nivell de la prevalença puntual (nombre de persones que tenen la malaltia en un moment determinat) s'estima que aquesta es troba entre un 15% i un 30%. Representa

aproximadament el 40% de totes les malalties cròniques i es situa en segona posició en termes de morbiditat, degut principalment a la seva enorme incidència i prevalença, com s'ha indicat en aquest apartat [5,6].

A nivell espanyol, s'estima que la prevalença de dolor lumbar és d'un 21% aproximadament. Etiològicament, les lumbàlgies es poden classificar en mecàniques i no mecàniques. No obstant, la majoria dels dolors lumbar, concretament entre un 80% i un 85% són per causa inespecífica, essent al voltant del 15% els casos on la lumbàlgia té un factor d'origen clar. Per altra banda, la lumbàlgia es cronifica en un 5/20% dels casos, tot i que són les que generen la major quantitat de despesa en el sistema de salut [5].

Dins aquest 15% de lumbàlgies específiques, en torn al 90% de les lumbàlgies, poden ser considerades mecàniques. El 10% restant, fan referència a possibles tumors, infeccions, malalties reumàtiques i alteracions visceralis [7].

### 1.1.2 ETIOLOGIA I CLASSIFICACIONS DEL DOLOR LUMBAR

Partint del paradigma del model biopsicosocial, l'etiologia del dolor lumbar és multifactorial, ja que existeixen certs factors, tant fisiològics com estructurals, psicosocials,... que inicien o predisposen a patir-la. Aquests factors es poden dividir en dos grups, que en el cas del dolor lumbar, són els següents [6,7]:

- ✓ Factors predisposants (augmenten el risc de patir dolor lumbar):
  - Edat: la lumbàlgia pot aparèixer quasi en qualsevol etapa de la vida, començant en l'edat escolar, però augmentant la incidència a partir de la tercera dècada de vida.
  - Obesitat: l'evidència apunta clarament que hi ha una forta relació entre l'obesitat, definida per tenir un índex de massa corporal de 30 o superior, i el dolor lumbar. Aquesta associació està present no només en l'establiment de la lumbàlgia, sinó també amb l'augment en el nombre d'episodis i la posterior cronificació. Això pot ser degut tant



pels canvis metabòlics generats pels greixos com per la càrrega mecànica generada.

- Factors psicosocials: la depressió, l'ansietat, la forma de comportar-se davant del mal, l'estrès,... són factors principals que contribueixen a la cronificació del dolor lumbar, així com en alguns casos també de ser l'origen.
  - Factors laborals: en aquest cas, atenent-nos a criteris solament físics, l'aixecament de pes, càrregues mecàniques elevades, l'estrès postural (poca ergonomia a l'hora d'estar assegut o en posicions mantingudes).
  - Tabaquisme: L'hàbit de fumar i la lumbàlgia tenen una alta correlació, influint negativament al metabolisme cel·lular.
  - Factors hereditaris: l'evidència actual demostra que existeix una relació entre l'herència genètica i la lumbàlgia.
  - Sedentarisme: la poca o nul·la realització d'exercici físic condueix a la pèrdua de força, que en el cas de la zona abdominal i paravertebral, poden acabar produint sobrecàrregues degut a la debilitat muscular.
- ✓ Factors d'inici o d'origen [8,9]:
- Factors mecànics
    - Per alteracions estructurals: com per exemple escoliosi, patologia discal, traumatismes múscul·ligamentosos,...
    - Per sobrecàrrega funcional o postural: com per exemple alteracions del to muscular, dismetries posturals, sedentarisme,...
  - Factors no mecànics
    - Trastorns raquidis:
      - Origen tumoral
      - Origen infecció: osteomielitis
      - Origen reumàtic-inflamatori: espondilitis anquilosant

- Trastorns extra-raquidis: visceral, malalties endocrines i metabòliques,...

En quant a les classificacions, existeixen diverses formes de classificar el dolor lumbar. Les més habituals són les següents:

Segons el temps [8,10]:

- ✓ Agut: dolor de menys de 6 setmanes de durada
- ✓ Subagut: dolor entre 6 setmanes i 3 mesos
- ✓ Crònic: dolor de més de 3 mesos de durada, on els factors psicosocials juguen un paper important a l'hora de cronificar la lesió. Aquests aspectes que ho faciliten són la depressió, l'ansietat, aspectes laborals i econòmics, l'estrès,...

Segons la causa [11]:

- ✓ Inflamatori: dolor causat per la inflamació d'alguna estructura, que presenta les característiques del dolor inflamatori, augmentant o apareixent el dolor a l'inici i al final del dia.
- ✓ Neuropàtic: dolor causat per una lesió o malaltia del sistema nerviós somatosensorial identificable, amb un dolor de característiques electritzants, parestèsiques, formiguejants, cremants i punxants amb una distribució neuroanatòmica lògica.
- ✓ Nociceptiu: dolor que prové de danys reals o potencials d'un teixit no neural i que es degut a l'activació dels nociceptors en resposta a estímuls químics, mecànics o tèrmics. Aquests nociceptors es troben en els músculs de la regió lumbar, les articulacions, els lligaments i la fàscia tòraco-lumbar entre d'altres. Aquest dolor segueix un patró anatòmic de reproducció del dolor clar i proporcionat al incidir sobre els teixits diana, apareixent uns factors que disminueixen el dolor i uns altres que l'empitjoren.
- ✓ Nociplàstic: les neurones nociceptives del sistema nerviós central transmeten una resposta dolorosa major, davant la seva aportació aferent normal o

subratllada. Apareix hiperalgèsia i alodínia i la distribució del dolor és il·lògica (no segueix un patró anatòmic normal i és desproporcionada). Els factors que augmenten i disminueixen el dolor no són específics.

### 1.1.3 DIAGNÒSTIC I FISIOPATOLOGIA DEL DOLOR LUMBAR NOCICEPTIU

Molts cops el diagnòstic mèdic en aquests casos és el de lumbàlgia. Això però, no és un diagnòstic, sinó que sols és un símptoma que significa dolor lumbar, sense fer referència a les estructures causants del procés. Amb aquest tipus de “diagnòstic”, no queda clar el focus de tractament on s’haurà de centrar el procés de rehabilitació. Encara que sigui complicat establir un diagnòstic etiològic, ja que no sempre hi ha relació entre la manifestació clínica i l’alteració anatòmica, s’ha de realitzar un diagnòstic diferencial. Per a un bon procés de raonament clínic fisioteràpic, cal utilitzar les *red flags*, que serviran per poder descartar una patologia greu que requereixi derivació del pacient. A més, es recomana l’avaluació de les *yellow flags*, que fan referència als factors pronòstics, els quals són factors de risc psico-socials que ajuden a la cronificació de la patologia com són la tendència depressiva, les expectatives negatives del pacient, la major intensitat del dolor i la seva major repercussió funcional, l’exageració en la descripció dels símptomes,... En quant a les proves complementàries per imatge, són útils per a descartar la presència de malalties subjacents potencialment greus, podent-se utilitzar la radiografia, la ressonància magnètica o la tomografia computeritzada [9].

En quant al diagnòstic diferencial del dolor lumbar nociceptiu, cal conèixer els símptomes i signes, i per tant la fisiopatologia que caracteritza aquest tipus de dolor lumbar. En referència a la fisiopatologia, certs estudis, com el cas de Smart et al. [4], arriben a l’establiment dels set símptomes i signes (sis símptomes i un signe) que caracteritzen al pacient amb dolor lumbar nociceptiu, amb un alt nivell de precisió. Els símptomes i signes són els següents:

- Dolor localitzat a l’àrea de la lesió/disfunció
- Dolor de naturalesa mecànica/anatòmica clar i proporcionat a factors agreujants i alleugeridors

- Dolor normalment intermitent i agut amb moviments/provocacions mecàniques; en algun cas pot ser un dolor mordent o constant més intens en repòs, degut a estímuls inflamatoris
- Absència de dolor en associació amb altres disestèsies
- Absència de dolor nocturn o alteració del son
- Dolor que NO es descriu com a cremant, disparant, agut o elèctric (descriptors de dolor neuropàtic)
- Patrons de moviment o posició antiàlgics, que alleugen el dolor (l'absència pot orientar el diagnòstic més cap a un dolor nociplàstic)

#### 1.1.4 TRACTAMENT ACTUAL DEL DOLOR LUMBAR

Actualment no hi ha una guia universal pel tractament del dolor lumbar. No obstant, els estudis que analitzen les revisions i guies actuals, com el de Müller-Schwefe et al. [12] aposten per una gestió multimodal de la patologia segons el mecanisme del dolor. En quant al tractament farmacològic pel dolor lumbar nociceptiu, s'utilitzen analgèsics, antiinflamatoris no esteroïdals (AINE's) i opioides dèbils. Pel que fa al tractament no farmacològic, en les últimes dues dècades la major evidència científica ha anat en direcció al treball programat de força per a millorar l'estabilitat lumbar, a través de control motor, anomenats també, de CORE [9,12].

En el nostre cas, també és interessant conèixer la forma de gestionar el tractament que segueixen en els nostres focus d'actuació, com són els centres d'atenció primària. Actualment, a Catalunya, des del 2004 els metges dels serveis d'Atenció Primària de l'Institut Català de la Salut segueixen la Guia de pràctica clínica i material docent per patologia de la columna lumbar en adults (a les Illes Balears no hi ha una guia pròpia sobre lumbàlgia). En ella, com a mesures no farmacològiques, es recomana el fet d'estar actiu, evitant el repòs en el llit, millorar l'estil de vida (comportaments saludables), el massatge, la manipulació espinal i l'educació del pacient. També apareix l'exercici, amb un nivell d'evidència menor que les anteriors, suggerint començar amb entrenament aeròbic suau i posteriorment començar a fer exercicis per enfortir la musculatura del tronc, sense especificar més. En quant al

tractament farmacològic, els més utilitzats són els analgèsics, AINE's i en tercera opció els opioides, tot i que s'hi aclareixi que a llarg termini no tenen efectivitat demostrada [13].

Passant al tercer bloc en quant al tractament, la cirurgia no està recomanada per a pacients amb dolor lumbar mecànic nociu, i només s'ha d'utilitzar com a últim recurs, en cas que el tractament conservador apropiat, de llarga duració, hagi fallat. Pot arribar a ser efectiva per a uns tipus de pacients molt concrets, amb un diagnòstic clar, com podria ser la *cauda equina*, l'estenosi del canal lumbar,... [12,13]

## 1.2 ANATOMIA

La zona lumbar és l'àrea compresa entre les darreres costelles (12a) i la regió sacra [5]. A continuació, s'explicaran de forma detallada totes les estructures que formen part d'aquesta zona lumbar i també altres estructures subjacents o suprajacents que tenen una importància significativa en la biomecànica lumbar.

### 1.2.1 ARTICULACIONS I ELEMENTS OSSIS

La zona lumbar està formada per dos tipus d'articulacions[14]:

- ✓ Articulació interapofisiària: formada per la unió de la cara articular de les apòfisis articulars superiors de la vèrtebra inferior amb la cara articular de les apòfisis articulars inferiors de la vèrtebra superior. És una diartrosi de tipus artròdia o plana, i com a tal, té càpsula articular i membrana sinovial. És l'articulació que dona mobilitat a la columna vertebral.
- ✓ Articulació intersomàtica: formada per la unió dels cossos vertebrals, entre els quals s'hi troben els discs intervertebrals. És una articulació cartilaginosa de tipus anfiartrosi. En canvi, aquesta articulació dona estabilitat a la columna vertebral, degut al seu poc arc de moviment.

Pel que fa als elements ossis, l'àrea compresa entre la 12a costella i el sacre està format per estructures anomenades vèrtebres. Aquestes, es troben al llarg de tot el

raquis, des de la base occipital fins al còccix formant la columna vertebral. La columna, és una estructura complexa formada per 33 vètebres que estan separades entre si pels discs intervertebrals, excepte en el sacre i còccix. Segons la localització, les podem classificar en cervicals (7), toràciques (12), lumbars (5), sacres (5) i coccígies (4). Per tal d'adaptar-se a les càrregues i a les necessitats fisiològiques, la columna vertebral presenta quatre curvatures fisiologies [14,15].

A nivell lumbar, la corba té forma de concavitat posterior i rep el nom de lordosi. Les vètebres lumbars són les vètebres amb la mida més gran de tota la columna, degut al pes a suportar. Tal i com es pot observar en la figura 1 (veure a Annex 5: Figures), posterior al cos vertebral s'hi troba el forat vertebral, de forma triangular. Pel que fa a les apòfisis transverses, són llargues i primes, mentre que les apòfisis articulars contenen les superfícies articulars, dirigides en posició posteromedial (cares superiors) i anterolateral (cares inferiors). Les apòfisis espinoses es caracteritzen per ser gruixades però curtes i en sentit caudal. No obstant, no posseeixen forats transversos ni cares articulars per a les costelles [14,15].

## 1.2.2 MUSCULATURA

La zona lumbar, situada en la cara posterior del cos humà, té una gran quantitat de músculs de diferents grandàries, i per la seva connexió, quan es parla de les estructures que actuen a nivell funcional sobre l'àrea lumbar, també s'hi inclou tota la musculatura i fàscies de la faixa abdominal, situada en la cara anterior. És per això, que es dividirà la musculatura a analitzar, en dos blocs principals. La musculatura lumbar (posterior) i la musculatura abdominal (anterior) (veure figura 2, Annex 5: Figures) [14]:

### ✓ **Musculatura abdominal:**

- Recte abdominal: S'origina a la sínfisis púbica i cresta púbica i s'insereix en l'apèndix xifoides i el cartílag de les 3 darreres costelles. Conté la línia alba, que separa els feixos musculars. La seva acció és flexionar el tronc.

- Oblic extern: s'origina en la cara externa de les 8 darreres costelles i s'inserta en la línia alba i sínfisis púbica. Realitza la rotació contralateral i de forma bilateral, flexiona el tronc. A part, actua com a estabilitzador de la zona lumbar i mantén i sosté les vísceres abdominals.
- Oblic intern: el seu origen es troba en la cresta ilíaca, el lligament inguinal i la fàscia tóraco-lumbar, insertant-se en la línia alba, la línia pectínia i la vora inferior de les 3 últimes costelles. Realitza la rotació homolateral i quan es contreu bilateralment, la flexió del tronc. A més, estabilitza la zona lumbar i sosté les vísceres abdominals i ajuda en la espiració.
- Transvers de l'abdomen: últim múscul de la paret abdominal i més profund dels 4, s'origina en la cresta ilíaca, lligament inguinal, fàscia tóraco-lumbar i acaba insertant-se en la línia alba, línia inguinal i cresta púbica. La seva acció principal és la d'estabilitzar tota la columna vertebral inferior, realitzant la funció de faixa. A més a més, comprimeix l'abdomen, ajudant a l'espiració i a la realització de la deposició i d'aquesta forma, generant una petita inclinació anterior del tronc.

✓ **Musculatura lumbar:**

- Quadrat lumbar: múscul aplanat i en forma de rectangle, està format per tres fascicles, realitzant la inclinació homolateral i petita rotació homolateral de forma unilateral, mentre que si s'activen de forma bilateral, realitzen una extensió del tronc, augmentant la lordosi lumbar. Evita la retroversió pèlvica, juntament amb el recte anterior del quàdriceps:
  - Fibres costotransverses: s'originen a la vora inferior de la 12a costella i s'inserten a les apòfisis transverses lumbar (excepte L5).
  - Fibres iliocostals: recorren des de la cresta ilíaca fins a la vora inferior de la 12a costella.

- Fibres iliotransverses: van de la cresta ilíaca fins a les apòfisis transverses de L1, L2, L3 i L4.
- Longuíssim: és un múscul extensor del tronc que recorre tota la columna vertebral, ajudant a mantenir la posició erecta.
- Iliocostal lumbar: també contribueix a l'extensió del tronc, originant-se a la cresta ilíaca, fàscia tòraco-lumbar i sacre, i s'inserta a les 6/8 darreres costelles.
- Multífids: té el seu origen en el sacre, l'espina ilíaca postero-superior i la cresta ilíaca i s'inserta en les apòfisis espinoses, amb una direcció cap a medial i cranial, tal i com es pot observar en la figura 3 (veure a Annex 5: Figures). La seva principal acció és la d'estabilitzar cada una de les vèrtebres, i a part realitza l'extensió del tronc. És un dels músculs principals en quant a la propiocepció lumbar.
- Dorsal ample: S'origina en la cresta ilíaca, les apòfisis espinoses de D6 fins l'última del sacre i les 4 últimes costelles. Tot i que és una inconstant anatòmica, a vegades pot unir-se a l'angle inferior de l'escàpula i s'inserta en el solc intertubercular de l'húmer. A nivell lumbar, realitza l'extensió de tronc quan actuen de forma bilateral, a part d'ajudar en la inclinació homolateral, i actua com a estabilitzador de la zona.
- Interespinosos, intertransversos i rotadors: van de vèrtebra lumbar fins a la vèrtebra adjacent, ajudant a realitzar els moviments d'extensió (interespinós) i d'inclinació homolateral (intertransversos) i de rotació homolateral (rotadors). Tenen una gran funció propioceptiva.

No obstant, a part de la musculatura intrínseca de la zona lumbar comentada anteriorment, altres estructures tenen una gran importància i influència al pertànyer a una mateixa cadena muscular que parteix de la musculatura i fàscia de la zona lumbar. L'estructura subjacent a la zona lumbar és la que formen el sacre i la pelvis (ilion, pubis i isquion), i tot el conjunt de lligaments, fàscies i músculs d'aquella zona, els quals tenen un efecte directe sobre la columna lumbar i faixa abdominal. Una de les cadenes més importants, i que té una repercussió directa i molt important sobre



la zona lumbar és la cadena posterior, en la qual la musculatura lumbar en forma part, i que a continuació li segueixen els següents músculs, si es mira la cadena en direcció crani-caudal. Una afectació d'aquests músculs, ja sigui un escurçament o algun altre problema, afecta directament a la mobilitat, càrrega a suportar,... de la zona lumbar. Aquests músculs són els següents[16]:

- ✓ Gluti major: s'origina a la part externa de la cresta ilíaca, en la cara externa i cresta del sacre i en el lligament sacre-tuberós. A nivell fascial, també s'uneix a la part postero-inferior de la fàscia tóraco-lumbar. S'inserta al trocànter major del fèmur i pel que fa a les fibres superiors, també ho fan a la vora posterior de la banda ilio-tibial. La seva funció és la de realitzar una extensió i rotació externa del fèmur respecte el coxal. Evita, en sinèrgia amb el recte abdominal l'anteversió pèlvica.
- ✓ Isquiosurals: Format per tres músculs, el semitendinós, semimenbranós i el bíceps femoral, el qual té dues porcions (el cap curt és l'únic monoarticular i sovint no se'l considera com a isquiosural). S'originen a la tuberositat isquiàtica i s'inserten en la part medial i proximal de la tíbia, excepte el bíceps femoral, que ho fa al cap peroneal. Realitzen la funció conjunta de flexionar el genoll i provocar l'extensió de l'articulació coxo-femoral. Eviten, en sinèrgia amb el recte abdominal l'anteversió pèlvica.
- ✓ Psoes: situat en la cara anterior del cos i profundament, té el seu origen a les apòfisis transverses de D12, L1, L2, L3, L4 i L5 i inserció en trocànter menor del fèmur. La seva acció és la flexió de maluc. La seva importància sobre la zona lumbar apareix en cadena cinètica tancada, degut a que aquest múscul augmenta la lordosi lumbar.

### 1.2.3 DISCS VERTEBRALS

Els discs intervertebrals són un tipus de fibrocartílag que estan formats per tres parts: el nucli polpós, l'anell fibrós i les plaques terminals (*end-plate* en anglès). El nucli polpós està format per aigua (88%) i mucopolisacàrids que li confereixen una textura gelatinosa, essent per tant una estructura viscoelàstica. En quant a l'anell

fibrós, aquest té forma de cercles concèntrics, tal i com es pot observar en la figura 4 (veure a Annex 5: Figures), que es disposen de forma vertical a la seva perifèria, mentre que adopten una posició més obliqua en la seva part interna. Finalment, les plaques terminals són cartílag subcondral que uneixen el disc al cos vertebral, i que per tant es troben en la part superior i inferior de cada un dels discs. Tenen la funció de donar congruència a l'articulació intervertebral i, sobretot, de reduir l'impacte de la càrrega. Els discs estan preparats per a suportar les càrregues compressives/axials, però no les de cisallament, com són les rotacions, ni sobretot les combinades entre compressió i cisallament, fet que pot anar produint el seu desgast. En condicions normals, els discs intervertebrals ocupen una cinquena part de l'altura de la columna i augmenten la seva grandària quan s'ubiquen en la regió lumbar, degut al major pes que han de suportar [14,15].

#### 1.2.4 FÀSCIES

En aquest cas, l'àrea lumbar està formada per dues grans fàscies [17]:

- ✓ Fàscia abdominal: conté el recte abdominal i el connecta lateralment a les aponeurosis de les tres capes de la paret abdominal (oblics extern i intern i transvers).
- ✓ Fàscia tòraco-lumbar: té forma triangular amb base caudal, estenent-se des de les crestes ilíaques, espines ilíaques postero-inferiors i lligament sacrotuberós fins a les espinoses. Està connectada amb la fàscia abdominal, en la part anterior, formant així un cercle que envolta tota la zona adominal-lumbar. A part integra diverses cadenes musculars posteriors. Es pot dividir en profunda, essent la prolongació posterior dels músculs transvers de l'abdomen i els oblics interns, i en superficial, essent la terminació de certs músculs com el dorsal ample. A més, forma un compartiment al voltant dels extensors lumbar (longuíssim, multífids, ilio-costal,...)

### 1.2.5 LLIGAMENTS

Els lligaments contribueixen a suportar les diferents tensions mecàniques que reben les vèrtebres i músculs de la zona, a part de la seva gran contribució com a propioreceptors lumbar. Quan columna lumbar es flexiona, s'inclina o rota, és quan aquestes estructures són estressades, ajudant a la musculatura lumbar a estabilitzar la zona. Els lligaments localitzats en les vèrtebres lumbar són els següents [17]:

- ✓ Lligaments longitudinals: les vèrtebres s'articulen entre elles per formar la columna vertebral per dos lligaments acintats. Aquests són el lligament longitudinal anterior i el lligament longitudinal posterior, que ajuden a restringir l'excessiva flexió i extensió lumbar. Ambdós lligaments tenen juntes d'unió tant als cossos vertebrals com a l'anell fibrós dels discs.
- ✓ Lligaments interespinós i supraespinós: els lligaments interespinosos connecten les apòfisis espinoses adjacents, estant orientades de forma obliqua als cossos vertebrals i al vector axial, de tal forma que eviten el cisallament posterior de la vèrtebra superior. A part, el lligament controla la rotació vertebral a mesura que rota, estant present en tot el rang de flexió i guia el lliscament de les articulacions facetàries. Pel que fa als lligaments supraespinosos, aquests sí que estan situats més o menys en paral·lel amb la càrrega compressiva axial de la columna, connectant les puntes de les apòfisis espinoses entre elles, tal i com es pot observar en la figura 5 (veure a Annex 5: Figures). Aquests, resisteixen una excessiva flexió lumbar. Cal esmentar, també, que aquests dos lligaments tenen una gran xarxa de terminacions finals lliures (receptors tipus IV) juntament amb els corpuscles de Ruffini i Pacini, donant-los un rol important en la propiocepció de la zona per controlar la postura i evitar tensions i càrregues excessives.
- ✓ Lligaments intertransversos: aquests lligaments intervenen en les inclinacions lumbar, restringint-ne els moviments excessius, degut a la seva localització, estant situades entre apòfisis transverses adjacents.
- ✓ Lligament *Flavum*: també anomenat lligament grog, pel seu color, té una direcció cèfal-caudal, essent el lligament més elàstic de la columna vertebral

i té com a funció principal la de mantenir o recuperar la posició erecta, a més de tancar els espais compresos entre les làmines. D'aquesta manera, s'estira durant els moviments de flexió i retorna a la posició de repòs durant els moviments d'extensió [18].

- ✓ Càpsula facetària: formada per teixit connectiu amb gran presència d'òrgans propioceptius com els corpuscles de Ruffini i Pacini.

A part de tots aquests, també podem trobar altres lligaments que uneixin les vèrtebres amb altres estructures òssies [17]:

- ✓ Lligament iliolumbar: aquest lligament uneix l'apòfisi transversa de L5 amb la part posterior de la cresta ilíaca, i ajuda a l'estabilització de la zona juntament amb els altres lligaments comentats anteriorment, i més concretament, reforça l'articulació lumbo-sacra.

#### 1.2.6 INNERVACIÓ

La columna vertebral és una estructura que entre altres funcions, té la de protegir la medul·la espinal, la qual passa pel foramen vertebral de totes les vèrtebres. De la medul·la, es generen les arrels nervioses, que surten de les vèrtebres pels forats de conjunció o foràmens intervertebrals. En la zona lumbar, existeixen 5 parells de nervis espinals o raquidis. En cada segment vertebral, sorgeixen dues arrels, una ventral i una dorsal [19].

Pel que fa a cada una de les estructures de la zona lumbar, la innervació és la següent [20]:

- ✓ Disc intervertebral: la seva innervació es limita solament a les làmies més externes de l'anell fibrós, essent el nucli polpós un estructura totalment aneural. Aquesta innervació més externa de l'anell, correspon sobretot al teixit connectiu perianul·lar.

- ✓ Cos vertebral: el periosti i l'os estan innervats per nombroses branques petites que deriven de branques autònomes i de branques provinents del nervi sinuvertebral i de la cadena simpàtica.
- ✓ Lligaments vertebrals: el lligament grog està innervat per fibres derivades de músculs suprajacents i ramificacions provinents de l'espai subdural posterior. Els lligaments inter i supraespinós estan innervats per arrels adjacents a la innervació dels músculs paravertebrals mentre que el longitudinal posterior s'innerva a través del nervi sinuvertebral i l'anterior per branques del sistema simpàtic.
- ✓ Músculs paravertebrals: reben la innervació de la branca primària dorsal del nervi espinal. Els músculs espinosos, multífids i rotadors, per la branca medial, el longuíssim i els intertransversos, per la branca intermitja i l'iliocostal, per la branca lateral.

En la zona lumbar, els nervis principals que hi surten són el femorocutani lateral (L2-L3), el femoral (L2 a L4), el nervi obturador (L2 a L4) i el nervi ciàtic (L4-L5 fins a S3), tot i que aquest últim no es considera del plexe lumbar, sinó del sacre [19].

En quant als dermatomes de les arrels nervioses lumbars, a nivell posterior, innerven tota la zona de la columna lumbar, la part medial i lateral de tota la cama, exceptuant el darrer quart del lateral, i la planta del peu. Pel que fa a la visió anterior, representats en la figura 6 (veure a Annex 5: Figures), es pot observar com la innervació lumbar recorre des de les crestes ilíaques fins a les puntes dels dits, exceptuant els òrgans reproductius. Si sols ens fixem amb la innervació cutània del plexe lumbar (L1-L4), aquesta es disposa per tota la part medial, lateral i anterior de la cuixa, a més de la part medial de la resta de la cama [19].

Passant als miotomes, les arrels de L1, L2, L3 i L4 (plexo lumbar) innerven els següents músculs: oblic intern i transvers de l'abdomen, cremàster, psoes ilíac, quadrat lumbar, intertransversos, pectini, sartori, quàdriceps, obturador extern, gràcil, adductor major i adductor llarg [19].

És important destacar que en els segments entre T11 i L1, el tronc medul·lar finalitza el seu recorregut, i és coneix aquesta zona com a con medul·lar. A partir dels segments inferiors a L1 (fins el còccix), la forma que té la medul·la espinal s'assembla a la coa d'un cavall, sense haver-hi un cos/tronc medul·lar. És per això que la lesió d'aquesta segona zona rep el nom de *cauda equina*, tenint unes característiques similars a les de la lesió d'algun segment perifèric i no les d'una lesió medul·lar. El síndrome de la *cauda equina* pot presentar els següents signes: paràlisi del recte i la bufeta, , parèsies segmentàries de la cama i peu, pèrdua a nivell sensitiu de la cama i peu, absència de reflex aquil·lià bilateral i trastorn motor dels glutis i flexors del genoll [21].

### 1.2.7 VASCULARITZACIÓ

En quant a la vascularització de la zona lumbar, totes les estructures anatòmiques estan irrigades, a excepció dels discs intervertebrals, ja que el nucli polpós és totalment avascular. Una de les peculiaritats de les venes vertebrals, és que són les úniques venen de tot el cos que no tenen vàlvules [21].

En general, les artèries que irriguen les vèrtebres i músculs lumbar són les anomenades artèries lumbar, que s'originen en la cara posterior de l'aorta abdominal, formant 4 parells, a més d'un 5è parell, que s'anomena sacra mitja. Les artèries lumbar, a part irriguen la medul·la espinal i la paret abdominal. Pel que fa a les venes lumbar, hi ha 5 parells, que significativament, drenen a venes diferents (vena cava inferior, vena iliolumbar,..) [19].

### 1.3 IMPORTÀNCIA DE L'ESTABILITAT EN LA ZONA LUMBAR

És a partir dels anys 70 del segle passat, quan els científics comencen a escriure sobre l'estabilització lumbar. S'exposava que la causa inicial del dolor lumbar era el pobre control que es tenia sobre les estructures espinals, que provocava una degeneració gradual de les articulacions i teixits tous amb el pas del temps a través de microtraumes. A més, varen teoritzar que els patrons de moviment alterats per una falta de força i flexibilitat, una pobre resistència o un control neural anormal,

podrien causar danys als teixits, que generaria una disminució de l'estabilitat de les estructures de la columna vertebral, un augment de participació en els músculs ja deteriorats per sí i la perpetuació d'una cascada degenerativa [22].

No va ser fins a la dècada dels 90 quan Panjabi va descriure un nou model d'estabilitat lumbar, que estava format per tres components, denominats subsistemes que ajuden a donar estabilitat espinal [22]:

- ✓ Subsistema passiu: format per els ossos i estructures lligamentoses, les quals produeixen una major estabilitat a través de la restricció al final del rang de moviment, donant poc suport a la columna quan està en posició neutra.
- ✓ Subsistema actiu: format pels músculs que envolten la columna lumbar, els quals proveeixen el major suport i rigidesa a cada un dels segments vertebrals, per sostenir les forces de la vida diària, fins i tot amb una activació lleugera de certs músculs, generant una coactivació. Tant la força com la resistència musculars, comunament disminuïts en el dolor lumbar, són necessàries per desenvolupar les activitats diàries.
- ✓ Subsistema neural: format pel sistema de control neural, el qual és l'encarregat de controlar i coordinar l'activació i relaxació de la musculatura per respondre correctament a les forces esperades i inesperades, per tal de protegir la columna lumbar i permetre realitzar el moviment desitjat.

Segons aquest model, els tres subsistemes estaven interrelacionats i si algun d'ells era deficient, els altres sistemes ho compensaven. És per això que la inestabilitat lumbar era normalment una combinació dels tres, que acabava generant el dolor lumbar. Per evitar-ho, hi havia d'haver una harmonia entre els tres subsistemes [22,23].

No obstant això, la literatura actual ha modificat i afegit noves idees al plantejament inicial del model d'estabilitat espinal de Panjabi. Actualment, el moviment humà es concep com la interacció contínua entre els sistemes d'estabilitat i mobilitat de cos. El sistema d'estabilitat proposat en el model de Panjabi es situa davant d'un sistema de mobilitat igualment significatiu, on cada sistema conté tres subsistemes iguals al

model d'estabilitat, tal i com es pot observar en model esquemàtic representat en la figura 7 (veure a Annex 5: Figures) [23].

En aquest nou model, els sis subsistemes estan interconnectats entre ells i de forma simètrica, per la qual cada un d'ells contribueix igualitàriament al moviment harmoniós. Per tant, si algun dels subsistemes funciona malament, tots els altres subsistemes es veuran obligats a compensar-lo per tal de permetre la mesura de supervivència dels moviments deteriorats, perdent la simetria de l'esquema. D'aquesta forma, segons el nou model, la fallida de qualsevol component farà que la resta de subsistemes compensin, ja sigui d'estabilitat o mobilitat, passiu, actiu o neural, produint un moviment deteriorat, sigui quina sigui la causa original [23].

Aquests 6 subsistemes que formen el model són els següents [23]:

- ✓ Sistema actiu d'estabilitat: format pels músculs lumbo-pèlvics
- ✓ Sistema passiu d'estabilitat: format per l'alineament de la superfície articular sacre-íliaca
- ✓ Sistema neural d'estabilitat: fa referència a la seqüència d'activació de la musculatura
- ✓ Sistema actiu de mobilitat: format pels músculs de gran mobilitat de maluc
- ✓ Sistema passiu de mobilitat: fa referència al rang de moviment articular (balanç articular)
- ✓ Sistema neural de mobilitat: fa referència a la mobilitat dels nervis en el seu recorregut

Centrant-nos en el sistema actiu, tal i com s'ha explicat anteriorment, estan formats pels músculs lumbopèlvic i de maluc que donen estabilitat i mobilitat a la zona. No obstant, pot aparèixer una alteració en aquest sistema, anomenat l'*imbalance* muscular, que ocorre quan el múscul agonista és més fort que l'antagonista o quan un o altre està escurçat o allargat. És per això que és important conèixer els dos tipus de músculs, i qui compon cada grup [24].



Pel que fa als músculs estabilitzadors o posturals, aquests estabilitzen l'articulació i aproximen les superfícies articulars. Acostumen a ser profunds i monoarticulars, i formats per fibres lentes. Aquests músculs, sobretot els petits, tenen important paper propioceptiu. En canvi, els músculs mobilitzadors solen ser superficials i biarticulars i formats per fibres ràpides. Aquests poden desenvolupar forces angulars més efectives que l'altre grup i actuen com a estabilitzadors en cas extrem i perden precisió en els moviments, que passa a ser disfuncional. Quan apareix l'*imbalance* muscular, els músculs posturals tendeixen a patir debilitat i allargament, mentre que els mobilitzadors solen escurçar-se i sobrecarregar-se [24].

A continuació, en la taula 1, es mostren els músculs estabilitzadors i mobilitzadors de la regió lumbopèlvica, que en alguna ocasió poden fer més d'una funció.

**Taula 1: Músculs estabilitzadors i mobilitzadors de la regió lumbo-pèlvica [24]**

ESTABILITZADORS PRIMARIS	ESTABILITZADORS SECUNDARIS	MOBILITZADORS
Multífids Transvers de l'abdomen Oblic intern Gluti mig	Quadrat lumbar Gluti major Psoes-ilíac	Psoes-ilíac Isquiosurals Piramidal Oblic extern Quadrat lumbar Tensor de la fàscia lata Recte abdominal Adductors de maluc Erectors espinals Recte femoral

En quant a la funció muscular de la zona lumbar, sabem que hi ha una gran quantitat de músculs que creuen la columna i contribueixen a la modulació de l'estabilitat i mobilitat lumbar formant un sistema complex de músculs profunds que s'inserten o originen en les vèrtebres lumbars que teòricament són els responsables del control i la rigidesa, mentre que per altra banda, tenim un sistema més global de músculs superficials que generen els moviment de la columna lumbar i gestionen les càrregues externes que se li apliquen. En els darrers lustres, molts dels estudis sobre dolor lumbar s'han centrat en la musculatura estabilitzadora, ja que s'ha vist que hi ha alteracions del control motor per part de les persones que presenten dolor lumbar. A part, està demostrat que hi ha canvis, com és la debilitat muscular i

l'activació tardana de la musculatura estabilitzadora, que fan comprometre l'estabilitat lumbopèlvica. La musculatura estabilitzadora profunda en qüestió és el multifids i el transvers de l'abdomen, la qual se'n ha observat un retràs en la seva activació en gent amb dolor lumbar, essent necessària una contracció anterior d'aquesta musculatura per a que posteriorment, la musculatura mobilitzadora pugui generar de forma eficaç el moviment [22].

Tot i aquesta gran quantitat de literatura vers els músculs estabilitzadors, cal no oblidar que els músculs mobilitzadors també tenen el seu paper. Tal i com comenten Karen et al. [22], certs estudis han demostrat que els pacients amb dolor lumbar tenen major debilitat dels músculs extensors, tant isomètrica com dinàmicament en comparació amb els asimptomàtics, essent també un factor de risc i s'han observat beneficis en el treball d'aquests músculs, com és el cas dels extensors lumbar en quant al dolor lumbar, a través d'exercicis dinàmics. Aquests beneficis dels exercicis dinàmics d'extensió lumbar (on s'hi poden incloure la màquina d'extensió lumbar, els aixecaments de pes,...) han donat resultats lleugerament millors amb intensitats altes que amb baixes [25].

Per tot això i més, actualment l'evidència aposta per l'ús de l'exercici físic per a tractar el dolor lumbar, en la majoria dels casos, com és el dolor lumbar mecànic nociu, vinculat a la musculatura, tant pel seu tractament com per la prevenció [26].

#### 1.4 EXERCICIS DE CONTROL MOTOR O CORE

Els exercicis *CORE* són un tipus d'exercici físic que han esdevingut, no sols un dels pilars de la rehabilitació i prevenció de les lesions, sinó també una eina utilitzada per a la millora de rendiment en molts esports [27].

El programa d'exercicis de control motor té com a objectiu principal el fet de recuperar o millorar el control i la coordinació de la columna vertebral i la pelvis mitjançant els principis de l'aprenentatge motor. A grans trets, els principis bàsics que fonamenta aquest tipus de programa són la segmentació i la simplificació. Els

objectius de tractament són individualitzats i establerts en molts casos de forma conjunta amb el terapeuta. En quant a la intervenció, aquesta es basa en l'avaluació de les deficiències de control motor dels pacients. Una de les característiques principals d'aquests exercicis és que s'executen amb càrregues baixes i una intensitat/esforç baixa [28,29].

Abans d'entrar més en detall sobre el programa d'exercicis de control motor o *CORE*, cal entendre el significat de la paraula *CORE*. Aquesta es pot descriure com un caixa muscular on s'hi troben els músculs abdominals en la part anterior, el diafragma en la superior, els glutis i paravertebrals en la zona posterior i el sòl pèlvic i la musculatura que forma la cintura del maluc. Tots aquests músculs, en concret 29 parells, ajuden a estabilitzar l'espina, la pelvis i la cadena cinètica durant els moviments funcionals. El *CORE* és important, sobretot en els esports, ja que proveeix estabilitat proximal per a poder generar mobilitat en les zones distals [27].

El programa de reentrenament està dissenyat per a millorar l'activitat dels músculs amb control deficient i atrofiats, com són el transvers de l'abdomen i el multifids. Algunes vegades, també s'hi inclou el sòl pèlvic i el diafragma. A part d'això, també s'aconsegueix reduir la hiperactivitat de possibles músculs. Els exercicis inclosos en aquests programes es basen en contraccions de tipus isomètriques de la faixa abdominal, evitant apnees i progressant d'exercicis més analítics a més funcionals [27,28].

## 1.5 EXERCICIS D'AIXECAMENT DE PES O *LIFTING*

En comparació amb els exercicis de control motor, on la càrrega amb la qual es treballa és baixa, els d'aixecament de pes són un tipus d'exercici que utilitza càrregues més elevades (més pròximes a la repetició màxima (RM)). Són els exercicis funcionals per excel·lència, ja que aquests moviments es realitzen molt sovint en les activitats de la vida diària, i per tant, tenen una gran transferència a la nostra vida quotidiana. McGill [30] comenta que per a formular la proposta de tractament, basada en exercicis, és fonamental entendre el mecanisme de lesió.

Tot i que encara no està del tot clara l'associació de l'aixecament de pes, sobretot els pesants, amb el dolor lumbar, hi ha revisions sistemàtiques, com la de Wai et al. [31], que conclouen què és poc probable que l'aixecament de pes (ocupacions on es realitzi aquesta activitat) sigui una causa independent del dolor lumbar. Aquest pot estar provocat per una tècnica incorrecta del moviment i una falta d'adaptació de la musculatura a les càrregues elevades. És per això que aquests tipus d'exercicis incideixen directament sobre un dels mecanismes que generen major dolor, per tal que a través d'una correcta tècnica i una millora de rendiment de la musculatura que es treballa, permeti poder realitzar els moviments de pes i d'altres sense que hi hagi presència de dolor. Recents estudis, que han començat a investigar sobre el pes mort a nivell terapèutic, entre els quals podem trobar el de Berglund et al. [32], indiquen que hi pot haver una relació positiva entre els exercicis de pes mort i la disminució del dolor i increment de l'activitat en pacients amb dolor lumbar mecànic.

A diferència dels exercicis de control motor, on els músculs diana són els estabilitzadors, en el cas dels exercicis De *lifting*, la musculatura executora és la mobilitzadora, actuant en menor o major mesura uns músculs o altres en funció de la forma d'aixecar el pes. A grans trets, es poden distingir dues formes d'aixecament de pes, amb les seves variants, com són l'esquat i el *deadlift*. En ambdós, els músculs extensors lumbar (quadrat lumbar, erectors espinals,...) actuen concèntricament en l'acció d'aixecament, igual que el gluti major. La diferència substancial és l'activació dels músculs de la cuixa. En el primer cas, l'esquat es centra més en l'extremitat inferior i es realitza amb una major flexió de genoll, fet que provoca que el múscul de la cuixa que actua principalment sigui el quàdriceps. En canvi, en el *deadlift*, la flexió de genoll és menor, essent en algunes variants quasi nul·la, fet que fa que es treballi més els Isquiosurals a nivell de la cuixa. A més, en el *deadlift* la musculatura lumbar intervé en major mesura que en l'esquat [33,34].

## 1.6 JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL

Avui en dia, el dolor lumbar és un problema de salut de transcendència mundial, fins el punt de considerar-se la primera causa de discapacitat i principal font d'absentisme laboral i limitació de l'activitat física arreu del món. Dintre de les lumbàlgies, pel que fa a les que tenen un diagnòstic específic (15% de les lumbàlgies), i que per tant es coneix l'origen, la gran majoria d'elles, en torn al 90%, poden ser considerades mecàniques. En gran part dels casos de lumbàlgia mecànica, aquesta sol ésser causada per una alteració funcional, que provoca una inestabilitat lumbar degut a un dèficit de la musculatura estabilitzadora [5,6,7,22].

L'evidència actual, a través de més de 100 assajos clínics aleatoritzats i gran quantitat de revisions sistemàtiques, determina que el tractament més efectiu és el fet de mantenir-se actiu i realitzar un programa d'exercici físic [2].

Dins la fisioteràpia, l'exercici físic és una de les eines terapèutiques utilitzades per aquesta patologia, per tal de prevenir, abordar el dolor i la discapacitat que genera (afectant en les activitats del dia a dia) i reduir la recidiva, ja que un 25% de les persones que pateixen o han patit lumbàlgia tenen recidiva, i per tant ha de ser una variable a avaluar en qualsevol tractament que es realitzi sobre aquesta patologia [6,9].

En les últimes dècades s'han utilitzat una gran varietat de programes d'entrenament en aquest sentit, que van des d'exercici aeròbic, ioga, Tai Chi fins a exercicis de CORE. Ha estat aquest últim el qui ha demostrat tenir majors beneficis en quant al dolor, la discapacitat, el control lumbopèlvic i la mida muscular dels multifídus [27,28,29,30,35]. A més, s'ha observat que els predictors de lumbàlgia més importants, inclosos també en el present projecte, són el dolor i el tests de força (especialment el de Biering-Sorensen) [35].

Tot i que se sap que els exercicis són efectius per reduir el dolor i discapacitat en pacients amb dolor lumbar, hi ha incertesa en si altres tipus d'exercicis, a part dels exercicis CORE, poden optimitzar la càrrega que suporta la zona lumbar i reduir el

dolor provinent de les neurones nociceptives provocades per càrregues mecàniques, essent més efectiu que el tractament actual [3,35]. En la majoria de pacients amb lumbàlgia, els erectors lumbar no estan en bona condició. En els últims anys, alguns estudis han començat a investigar sobre el tractament de la lumbàlgia a través de l'aixecament de pes, amb resultats positius. En els exercicis d'aixecament de pes, s'ajunta l'activació de músculs estabilitzadors del tronc i els extensors de tronc (músculs mobilitzadors) incloent, per tant, tot el sistema muscular de la zona, podent ser un dels motius per a introduir-lo com a possible tractament efectiu [3,25].

Algun d'aquests estudis recents, com és el de Michaelson et al. [3], comparen ja els efectes dels exercicis d'aixecament de pes i els de control motor. No obstant, en el present estudi, es pretén anar més enllà i avaluar altres variables ignorades molt importants com són la recidiva, pel fet de l'alt índex de reaparició que té el dolor lumbar i la força muscular lumbo-abdominal, per la relació que hi ha entre la musculatura debilitada i poc resistent i la possibilitat de patir dolor lumbar [6,9,22].

És per això que seria d'interès avaluar aquests tractaments, per tal d'investigar en l'efectivitat de nous mètodes de tractament per a una de les patologies més presents en l'actualitat, aportant continguts innovadors.

## 2. HIPÒTESI

El primer bloc (fase conceptual) del procés d'investigació acaba amb la formulació de la hipòtesi i els objectius, després d'haver començat aquest procés amb la formulació de la pregunta d'investigació i la posterior cerca bibliogràfica, que es plasma en el marc teòric. La hipòtesi de treball, on es realitza un enunciat de les relacions previstes entre dues o més variables. En el cas d'aquest treball, les hipòtesis són les següents:

**Els exercicis d'aixecament de pes disminueixen el dolor en major mesura que els exercici de control motor**

**Els exercicis d'aixecament de pes augmenten la força muscular en major mesura que els exercicis de control motor**

**El tractament amb exercicis d'aixecament de pes té una menor recidiva al cap de 3, 6 mesos i 1 any que el tractament amb exercicis de control motor**

**El tractament amb exercicis d'aixecament de pes disminueix en major mesura el grau de discapacitat que els exercicis de control motor**

**El exercicis d'aixecament de pes augmenten la qualitat de vida en major mesura que els exercicis de control motor**

### 3. OBJECTIUS

Igual que per a la pregunta clínica inicial, pel plantejament del/s objectiu/s es segueix el principi SMART. Aquest permet determinar si l'objectiu marcat compleix tots els requisits necessaris per a considerar-lo un objectiu ben plantejat. Per a que es doni això, l'objectiu ha de ser **e**Specífics, **M**esurable, realitzables (**A**chievable), **R**ealistes i limitats en el **T**emps. Seguint aquests passos, els objectius marcats pel desenvolupament d'aquest treball són els següents:

- ✓ Avaluar si els exercicis d'aixecament de pes disminueixen la intensitat del dolor en major mesura que els exercicis de control motor, en adults amb dolor lumbar mecànic nociptiu
- ✓ Comparar si els exercicis d'aixecament de pes augmenten la força muscular abdominal i lumbar en major mesura que els exercicis de control motor, en adults amb dolor lumbar mecànic nociptiu
- ✓ Analitzar si el tractament amb exercicis d'aixecament de pes té una menor recidiva que el d'exercicis de control motor, en adults amb dolor lumbar nociptiu als 3, 6 mesos i a l'any
- ✓ Comparar si els exercicis d'aixecament de pes disminueixen el grau de discapacitat en major mesura que els exercicis de control motor, en adults amb dolor lumbar mecànic nociptiu

- ✓ Analitzar si el tractament amb exercicis d'aixecament de pes augmenta en major mesura el nivell de qualitat de vida que els exercicis de control motor, en adults amb dolor lumbar mecànic nociu

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1. DISENY DE L'ESTUDI

El disseny d'un estudi ve determinat per la pregunta d'investigació i els objectius que s'han marcat inicialment. En el present cas, atenent als objectius i hipòtesis que s'han marcat, l'estudi que es durà a terme serà de tipus experimental. Aquest és de tipus prospectiu longitudinal i se caracteritza per que l'investigador manipula les condicions de la investigació, decidint l'exposició. En la majoria dels casos, la població elegida es distribueix en els diferents grups. En l'actual cas, els participants es dividiran en dos grups, el grup experimental i el grup control. El grup experimental, que realitzarà exercicis d'aixecament de pes i el grup control, el qual rep un dels tractaments habituals que apareixen en les guies de pràctica clínica, com en la de l'*American Collage of Physicians* o l'*American Physical Therapy Association* [36,37] com són els exercicis de control motor. D'aquesta forma s'avaluarà quins dels dos procediments té major efectivitat sobre la intensitat del dolor, la força muscular a nivell lumbar i abdominal, la qualitat de vida, el grau de discapacitat i la recidiva. Dins els estudis experimentals, s'hi troba l'assaig clínic aleatoritzat, que és el mètode epidemiològic més rigorós per comprovar les hipòtesis, ja que és el mètode que té una menor possibilitat de biaix, degut a l'assignació aleatòria. Aquesta és la característica fonamental dels assajos clínics, que permet que les variables pronòstiques rellevants se distribueixin en la mateixa proporció en els dos grups, podent atribuir així les diferències al tractament rebut per un o altre grup, sempre i quan la N (nombre de participants) sigui representativa. En altres paraules, aquests estudis permeten una distribució equilibrada de les característiques dels pacients entre els diferents grups de tractament, fent que els grups siguin semblants en tot, excepte en el tractament. És per tot això que són els estudis amb major evidència causa-efecte i els que tenen un major control del



disseny, disminuint la possibilitat que altres elements influeixin sobre els resultats [38].

A part dels avantatges comentats en l'anterior paràgraf, els assajos clínics també tenen alguns inconvenients, com són el possible cost elevat, derivat de les eines d'avaluació de les variables i el material pel tractament, entre d'altres. A part, també hi ha la responsabilitat i l'ètica de les intervencions als participants, com podrien ser els tractaments invasius, l'efecte placebo,... [38]

#### 4.2. SUBJECTES DE L'ESTUDI

La població d'estudi o diana comprèn totes les persones adultes, d'entre 18 i 64 anys que tenen dolor lumbar mecànic nociu. En aquest cas, la població accessible és tota persona adulta (entre 18 i 64 anys) que té dolor lumbar mecànic nociu diagnosticat pels centres d'atenció primària de Palma, a l'illa de Mallorca. Aquesta informació s'aconseguirà contactant amb tots els Centres d'Atenció Primària (CAP's) de Palma.

La participació dels subjectes en l'estudi dependrà dels següents criteris:

##### **Criteris d'inclusió:**

- Persones diagnosticades en els CAP's de Palma (Mallorca)
- Persones que entenguin llegit i parlat el català o el castellà
- Gent adulta (edat entre 18 i 64 anys) a l'hora del diagnòstic mèdic
- Persones diagnosticades pel metge d'atenció primària amb lumbàlgia mecànica nociu
- Voluntat per a participar en l'estudi mitjançant la firma del consentiment informat

##### **Criteris d'exclusió:**

- Dones embarassades o post part menor a tres mesos

- Persones que segueixin algun altre tipus de tractament físic o farmacològic alternatiu (teràpia manual, massatge,...) per a la patologia en qüestió
- Pacients que durant la intervenció necessiti mantenir un tractament farmacològic diari (opioides majors, corticoesteroides, relaxants musculars..., exceptuant el paracetamol) afectant el desenvolupament del tractament o en el seu rendiment
- Pacients que presentin lesions traumàtiques en procés de rehabilitació
- Persones que presentin malalties sistèmiques que afectin a les articulacions o al sistema múscul-esquelètic
- Persones amb problemes cognitius que impedeixen el desenvolupament correcte del tractament
- Persones que presentin alguna malaltia com ara insuficiència renal, hepàtica, pulmonar o cardíaca, malalties no controlades (com anorèxia nerviosa), vertigen, malalties infeccioses agudes o cròniques, inflamació múscul-esquelètica aguda, presència de malalties greus o ferides/úlceres obertes en la zona a tractar
- Pacients amb presència de *red flags*, que impossibiliten el tractament [9]:
  - Edat d'inici de lumbàlgia < 20 o > 55 anys
  - Dolor d'origen no mecànic (no relacionat amb el temps o l'activitat)
  - Dolor toràcic
  - Història prèvia de carcinoma, ús d'esteroides o infecció per VIH
  - Sensació de malestar
  - Pèrdua de pes
  - Síntomes neurològics generalitzats
  - Deformitat estructural de la columna

Per a conèixer el nombre necessari de subjectes, es calcula la mida mostral, amb la qual es pretén conèixer el nombre necessari de participants per a que la mostra sigui representativa. Això es calcula a partir de la prevalença de la lumbàlgia mecànica nociptiva a nivell estatal i tenint en compte el nombre d'habitants d'entre 18 i 64 anys que hi ha a Palma. A partir d'aquí es calcularia la mida de la mostra. Degut al fet que actualment a nivell estatal no hi ha dades específiques de la

prevalença de lumbàlgia mecànica nociceptiva, s'utilitzaran les dades de la lumbàlgia mecànica.

Segons l'Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT), l'any 2019 el nombre d'habitants d'entre 18 i 64 anys a Palma és de 276.939 persones [39].

Sabent que a Espanya la prevalença de dolor lumbar és d'un 21%, que el 15% d'aquestes són específiques i que dins aquest grup, el 90% són d'origen mecànic, el nombre de població accessible és de 7.852 subjectes [5,7].

La fórmula emprada per a poblacions finites seria la següent [40]:

*Figura 8: Equació d'estimació de proporcions*

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

D'aquesta fórmula se n'extreu que:

n= nombre de subjectes de la mostra de l'estudi (72)

N= nombre total de la població (7852)

$Z_a^2$ = nivell de confiança, essent  $1'96^2$  en aquest cas, ja que l'interval de confiança és del 95%

p= proporció esperada, essent del 5%

q= 1-p, essent en aquest cas 0'95

d= marge d'error o precisió, essent del 5%

No obstant, la mida mostral s'ha d'ajustar a les possibles pèrdues durant el transcurs del projecte. D'aquesta forma, es suma el percentatge estimat de pèrdues a la mostra obtinguda anteriorment. En fisioteràpia es sol agafar una proporció esperada

de pèrdues d'un valor entre el 15 i el 20%. En aquest cas s'agafarà un 15% de proporció esperada de pèrdues.

D'aquesta forma, la mostra ajustada a les pèrdues és de 84 persones.

Per a determinar els subjectes participants de l'estudi, es realitzarà l'aleatorització per a la selecció dels participants. Aquesta serà de tipus probabilístic, ja que s'utilitzarà algun sistema de selecció a l'atzar, eliminant el possible biaix de selecció de l'investigador. Més concretament, l'assaig es farà per mostreig simple, el qual selecciona a l'atzar un nombre determinat d'elements de la població. És el mostreig més senzill i genera una mostra més representativa, però no obstant, certs subgrups minoritaris no queden representats en la mostra. Per a realitzar el mostreig simple, s'utilitzarà una taula de nombres aleatoris mitjançant el programa Excel, a través del qual se seleccionarà aleatòriament els subjectes necessaris que compleixin els criteris d'inclusió i exclusió per a l'estudi, segons el càlcul de la mida mostral fet anteriorment [41].

Posteriorment, aquests subjectes seleccionats es distribuïran en un dels dos grups (experimental o control). L'aleatorització de la mostra es realitzarà mitjançant la utilització de sobres opacs, amb una raó d'assignació d'1:1 (42 sobres de cada grup). El dia determinat per a l'aleatorització, els participants hauran d'anar a una sala on hi haurà una capsa amb els sobres opacs, dins la qual s'hi trobarà una targeta amb el grup al que se l'ha inclòs i el calendari i horaris de les sessions.

L'assaig clínic constarà de simple cec, ja que tant els participants com els dos fisioterapeutes de tractament, encarregats de dur a terme les sessions i ensenyar els exercicis i la correcta tècnica dels mateixos en els dos grups, coneixeran el tractament que reben/apliquen. L'únic cegat serà el tercer fisioterapeuta, que serà l'avaluador, realitzarà les avaluacions del dolor, força, qualitat de vida, grau de discapacitat i recidiva, sense conèixer en quin grup ha estat cada participant durant el tractament [41].

En quant a l'emascament, s'aplicarà el principi de cegament al fisioterapeuta que dugui a terme les valoracions inicials i finals d'ambdós grups. Aquest no participarà en cap fase d'execució de l'estudi i per tant no coneixerà l'assignació dels participants als grups. A part, s'informarà a tots els participants que durant les avaluacions no passin cap tipus d'informació a l'avaluador que delati en quin grup de tractament ha participat. D'aquesta forma, s'assegura que l'avaluació dels resultats no estarà condicionada, evitant un biaix de valoració [9].

#### 4.3. VARIABLES DE L'ESTUDI

Les variables de l'estudi es poden classificar en dependents i independents. En quant a les variables dependents, són aquelles característiques que es volen mesurar. En canvi, les variables independents són les eines que s'utilitzen per a produir el canvi sobre la variable dependent.

➤ **Variables independents:**

- Tractament rebut: en el present cas, les variables independents fan referència als exercicis de control motor i als exercici d'aixecament de pes.

➤ **Variables dependents:**

- Intensitat del dolor: aquesta primera variable es mesurarà a través de l'Escala Visual Anàloga (EVA). Formada per un dibuix amb una línia de 10 cm contínua horitzontal amb els extrems marcats per dues línies verticals, l'EVA permet avaluar el dolor de manera quantitativa, en la qual el pacient indica on ubicaria el seu dolor dins la línia horitzontal, essent l'extrem dret una intensitat de no dolor i el seu extrem esquerre una intensitat de màxim dolor imaginable. És una eina útil per a reavaluar la intensitat del dolor en un mateix subjecte, però no entre diferents subjectes [42]. [annex 1]
- Força muscular: aquesta variable servirà per conèixer la capacitat de força-resistència dels grups musculars i cadenes treballades durant la intervenció. Els següents tests han demostrat tenir una alta fiabilitat i

reproductibilitat, essent a més segurs i senzills d'avaluar i realitzar. S'ha demostrat que prediuen l'aparició de dolor lumbar crònic en cas d'un rendiment baix en els tests i el seu rendiment permet diferenciar els pacients amb dolor lumbar o sans. Això es degut a que els músculs flexors i extensors de tronc se fatiguen més ràpidament que en subjectes sans [35,43]. D'aquesta manera aquesta 2a variable es mesurarà a través de 3 tests:

- Test de Biering-Sorensen: test que avalua la força-resistència de la musculatura lumbar extensora. El pacient es col·loca decúbit pro en la llitera, repenjan fora de la llitera la meitat superior del cos, des de les crestes ilíiaques. Es fixen a la llitera la pelvis, els genolls i els turmells mitjançant unes cintes. Els braços es col·loquen creuats al voltant del pit. El pacient ha de mantenir el major temps possible, de forma isomètrica, el tronc en posició horitzontal, tal i com s'observa en la figura 9 (veure a Annex 5: Figures). En cas de pèrdua d'aquesta posició el test es donarà per finalitzat [44,45].
- Test de 60° flexió: test que avalua la força-resistència de la musculatura flexora. El pacient es col·loca en decúbit supí sobre la llitera o al terra, amb doble flexió de maluc i genolls, fixant els turmells al terra amb una cinta. Els braços es col·loquen creuats al voltant del pit i es posiciona el tronc amb un angle de 60° respecte el terra, com és pot visualitzar en la figura 10 (veure a Annex 5: Figures). El pacient ha de mantenir el major temps possible, de forma isomètrica la posició de 60° de flexió de tronc. Qualsevol variació en l'angulació del tronc farà finalitzar el test [45,46].
- Test del pont lateral: test que avalua la força-resistència de la musculatura lateral, a més dels oblics abdominals. El pacient, tal i com s'observa en la figura 11 (veure a Annex 5: Figures),

es col·loca decúbit lateral al terra recolzant-se únicament amb la part lateral del peu i amb l'avantbraç homolateral. En aquesta posició el pacient ha de mantenir-se el major temps possible de forma isomètrica. En cas de pèrdua de la posició rectilínia el test es dona per acabat [45].

- Grau de discapacitat: el nivell de discapacitat s'avaluarà a través del Qüestionari de discapacitat d'Oswestry en versió espanyola (QDO) [annex 6]. Aquest qüestionari valora el grau d'incapacitat física provocada pel dolor lumbar, i està format per 10 preguntes, cada una de les quals disposa de 6 possibles respostes (puntuades de 0 a 5 punts). Mentre la primera pregunta valora l'efecte dels analgèsics en el dolor, les 9 restants permeten conèixer l'efecte que produeix el dolor lumbar sobre les activitats de la vida diària, com són aixecar pesos, caminar, estar en bipedestació, en sedestació, cura personal, vida social, activitat sexual i viatjar. Tot i que es pot realitzar a través d'una entrevista, el qüestionari permet que el pacient se l'autoadministri. Les preguntes, de fàcil comprensió, s'han de respondre en relació a la darrera setmana on els pacients hauran d'indicar quina es la resposta que s'adapta millor al seu cas personal. En cas de marcar-ne més d'una en la mateixa pregunta, es prendrà el valor més alt. La puntuació final es calcula com:  $(\text{puntuació total} / \text{puntuació total possible}) \times 100$ . El resultat serà en percentatge i com més gran sigui aquest, major serà la discapacitat [47]. El resultat dels percentatges són els següents:
  - Fins a 20%: Discapacitat mínima
  - 20%-40%: Discapacitat moderada
  - 40%-60%: Discapacitat severa
  - Més de 60%: Discapacitat greu
- Qualitat de vida: aquesta variable dependent serà avaluada a través del qüestionari de salut SF-36 en versió espanyola (SF-36) [annex 7]. Proporciona, a través d'una escala genèrica un perfil de l'estat de salut

del pacient, essent útil per a avaluar la qualitat de vida relacionada amb la salut. L'SF-36 està compost per 36 preguntes o ítems que valoren els estats tant positius com negatius de la salut, englobant els 8 conceptes o escales més emprades pels diferents qüestionaris de salut. Aquests 8 conceptes que cobreixen els 36 ítems de l'instrument són els següents: funció física (10 ítems), rol físic (4 ítems), dolor corporal (2), salut general (5), vitalitat (4), funció social (2), rol emocional (3) i salut mental (5). A part, tot i que no s'utilitzi pel càlcul de cap escala, el qüestionari inclou una pregunta sobre el canvi d'estat de salut general respecte l'any anterior. Les preguntes estan relacionades amb la salut en les darreres 4 setmanes i el qüestionari es pot autoadministrar. No obstant, cal apuntar que l'SF-36 no inclou alguns conceptes de salut importants, com podrien ser els trastorns del son, la funció cognitiva, la familiar o la sexual. En quant a la puntuació, les escales del qüestionari estan ordenades de forma que a major puntuació, major és l'estat de salut. Per a cada dimensió, els ítems són codificats, agregats i transformats en una escala que té un recorregut de 0 (pitjor estat de salut) fins a 100 (millor estat de salut) [48].

- Recidiva: en el cas de la cinquena variable s'avaluarà a través d'una telefonada per part de l'avaluador a cada un dels participants, demanant al cap de 3 mesos, 6 mesos i al cap de 12 mesos d'haver finalitzat el tractament amb exercicis si hi ha recidiva o no de lumbàlgia.

#### 4.4. RECOLLIDA I MANEIG DE LA INFORMACIÓ

Durant el procés en què consisteix un estudi de tipus assaig clínic, apareixen diverses fases en què s'extreu informació, per a posteriorment tractar les seves dades. En aquest cas, es poden esmentar 2 punts principals dins el procés, en què es tracta informació sobre el pacient.



En quant al primer tipus, el metges dels diferents CAP's de Palma seran els encarregats de, en cas de diagnosticar el pacient de lumbàlgia mecànica nociceptiva, introduir el noms i cognoms i el número de telèfon en un Excel. Aquests Excels amb tots els pacients diagnosticats, seran passats a l'investigador principal. Per això, el becari s'encarregarà de telefonar un per un als pacients per tal de citar-los un a un lloc especificat i en una hora determinada. En aquesta cita, se li passarà el qüestionari inicial per conèixer si compleix tots els criteris d'inclusió i exclusió, a part de recollir les dades personals bàsiques [annex 2] i de tornar a avaluar-los per confirmar el diagnòstic realitzat pel metge, reduint així el possible biaix diagnòstic. En cas que el nombre de pacients que compleixin els requisits (criteris d'inclusió i exclusió) sigui major que la mostra necessària (84 participants), s'utilitzarà el programa Excel, mitjançant una taula de números aleatoris, que seleccionarà a l'atzar els subjectes que participaran en l'estudi. En conèixer aquests 84 participants, l'investigador principal els trucarà per entregar-los el full d'informació al pacient [annex 3], i el full del consentiment informat [annex 4] per tal que se'ls llegeixi a casa i, en cas afirmatiu de voler participar en l'estudi, dugui signat el consentiment informat de manera presencial al mateix lloc de la cita. Si algú dels seleccionats no accepta les condicions, es seleccionarà aleatòriament a un/s altres participants dels que hagin passat els criteris. El dia que els pacients entreguin el consentiment informat, acceptant participar-hi, se'ls passarà a realitzar l'aleatorització a cada un dels dos grups de tractament. Allà, se'l distribuirà a un dels dos grups de tractament a través de l'aleatorització amb sobres opacs, situats en una capsa. El pacient elegirà un sobre a l'atzar, dins el qual s'indicarà en quin grup estan inclosos.

Les dades demogràfiques i el consentiment informat es guardaran en una caixa tancada amb clau on només l'investigador i el becari podran accedir-hi.

En segon lloc, referent a la informació de l'avaluació sobre les variables dependents de l'estudi, serà funció del fisioterapeuta avaluador. Aquest serà instruït per part de l'investigador abans de començar el protocol, per tal que conegui el funcionament dels tests que s'hauran de passar, com són l'EVA, el test de Biering-Sorensen, el test de 60º flexió, el test del pont lateral, el QDO i l'SF-36. D'aquesta manera

s'assegurarà que la recollida de dades sigui uniforme, vàlida i fiable, reduint l'error tant intraobservador com interobservador. Aquestes avaluacions es duran a terme el divendres abans de la setmana inicial de tractament i en quant a l'avaluació post, el dilluns següent a l'última setmana de tractament. En quant a la tercera variable, la recidiva, sols es passarà als 3 mesos, als 6 i als 12 mesos després de la l'avaluació post.

Tota la informació recollida per l'avaluador s'introduirà en un Excel que realitzarà ell mateix. Aquest Excel s'introduirà en un disc dur que guardarà l'investigador, assegurant-ne el cegament de l'avaluador. Tot això es realitzarà seguint la llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal [49].

En cas que algun participant hagi d'abandonar el tractament, ho comunicarà a l'investigador, que seguidament anotarà la baixa i el motiu d'aquesta.

#### 4.5. PLA D'INTERVENCIÓ

Abans de començar la fase d'intervenció, es realitzarà l'obtenció de la mostra i l'aleatorització als diferents grups, atenent els criteris d'inclusió i exclusió proposats, a través de la tècnica dels sobres opacs. La fase d'intervenció començarà amb les avaluacions inicials. En aquesta avaluació pre, es farà una valoració de cada pacient en relació a la intensitat del dolor actual, en quant a la força muscular de la zona lumbo-pèlvica, a través dels tests de Bierin-Sorensen, el de 60º flexió i el pont lateral, on es calcularà el temps en què es manté la posició inicial amb la contracció isomètrica, i sobre la qualitat de vida, a través de l'SF-36 i el grau de discapacitat, a través del QDO. El mateix es realitzarà seguidament a les 10 setmanes de tractament, amb l'avaluació post. A part, al cap dels 3 mesos post tractament, als 6 i als 12 mesos s'avaluarà la recidiva del dolor lumbar.

Els tractaments començaran la setmana següent a la realització de les avaluacions inicials. Tal i com s'ha explicat anteriorment, durant la intervenció, la mostra es dividirà en dos grups, el grup control i el grup experimental. El primer, durà a terme

el tractament mitjançant els exercicis de control motor, coneguts amb el nom d'exercicis de *CORE*. En canvi, al grup experimental se li aplicaran com a tractament els exercicis d'aixecament de pes. Ambdós tractaments tindran una duració de 10 setmanes, amb doble sessió setmanal d'uns 45 minuts cada una. Mentre el grup experimental tindrà distribuïdes les sessions els dilluns i els dijous, el grup control les hi tindrà el dimarts i el divendres, per tal d'evitar que hi pugui haver contacte entre participants de diferents grups, reduint el possible biaix cegament dels participants. A part, degut a l'elevat nombre de participants que hi ha per grup i la necessitat de fer les sessions les més individualitzades possibles, dins cada grup, es faran 4 subgrups de 10-11 persones, havent-hi quatre franges horàries (17:00, 18:00, 19:00 i 20:00) que se'ls assignaran en funció de les necessitats i disponibilitat de cada un. Durant les mateixes, per tal de poder controlar de manera més individualitzada l'execució tècnica dels exercicis per part de tots els components del grup, hi haurà dos fisioterapeutes de tractament, que controlaran i assistiran als participants en tot moment. Els fisioterapeutes utilitzaran diferents tipus de feedbacks (tàctil, visual,...) per ensenyar i corregir durant els exercicis.

Dels 45 minuts que duraran les sessions, aquestes es dividiran en dues parts. Els 5 primers minuts serviran com a escalfament, que serà igual en els dos grups. En l'escalfament, es realitzaran moviments d'anteversió, retroversió, inclinacions i rotacions lumbo-pèlviques en diferents posicions segons la dificultat, començant en les primeres sessions en la posició de decúbit supí, podent avançar a posicions més dificultoses com és el decúbit pro, sedestació, bipedestació, amb o sense recolzament en la paret,... En el cas del grup d'aixecament de pes, es podran incloure també exercicis d'aixecament amb poc pes com a introducció a la sessió.

Pel que fa a la segona part, la part principal de la sessió, es realitzaran els exercicis corresponents en funció del grup de tractament:

➤ **GRUP EXPERIMENTAL (AIXECAMENT DE PES):**

Les sessions es basaran en l'execució de dos exercicis, amb la progressiva modificació dels components de la càrrega com és el pes. Els dos exercicis

que es realitzaran en aquest grup són el pes mort i l'esquat, explicats més detalladament en l'apartat 1.4 i 1.5 del present treball i podent-ne distingir 6 fases, tal i com es pot observar en la figura 12 (veure a Annex 5: Figures), sobre el pes mort. Entre els dos fisioterapeutes, s'escollirà un pes inicial per a cada subjecte en cada un dels dos exercicis, atenent als criteris de la història de dolor del participant i la resposta al dolor a l'exercici. Cada participant descriurà la intensitat del dolor abans, durant i al finalitzar la sessió per tal d'adaptar-li la càrrega. D'aquesta manera, si el dolor augmenta per sobre de 4 en l'escala EVA, es reduirà (o no s'augmentarà) la càrrega [50].

Cal recordar que la tècnica en l'execució d'ambdós exercicis és fonamental, ja que amb càrregues elevades, el nivell de risc augmenta. És per això que, a nivell tècnic, s'explicarà al pacient que, abans de començar l'aixecament, realitzi la maniobra de Valsalva, fent una respiració profunda i contraient l'abdomen (maniobra de *bracing* abdominal) amb la qual es pretén que hi hagi una coactivació de la musculatura abdominal (a part del transvers de l'abdomen i multífids, també es pretén activar oblics extern i intern i recte abdominal) i un òptim alineament de la columna lumbar (posició neutra). Inicialment es comença amb poca càrrega i amb major enfocament sobre la correcta execució tècnica [3].

La progressió en la intensitat de l'entrenament serà lenta, per tal de que els músculs es vagin adaptant a les càrregues. En les **dues primeres setmanes**, d'adaptació neuro-muscular, els participants aprendran la **tècnica** correcta d'aixecament de pes, on els fisioterapeutes s'asseguraran que els participants mantinguin una alineació neutra de la columna quan realitzin els exercicis i que activin la musculatura estabilitzadora, utilitzant **molt poc pes**, amb **4-6 sèries de 10-15 repeticions i descans de 3 minuts entre sèries**. A part, els fisioterapeutes explicaran la importància de mantenir la posició lumbar neutra durant les activitats de la vida diària per tal de reduir l'estrès sobre la zona lumbar per tal de què els pacients prenguin consciència de realitzar les activitats posant l'atenció en la posició lumbo-pèlvica. **A partir**

**de la tercera setmana**, la càrrega de treball anirà augmentant progressivament, ja sigui amb el nombre total d'aixecaments per sessió (volum) o amb el pes aixecat (intensitat). En aquesta fase, els exercicis s'enfocaran a estimular la **hipertròfia i la força màxima**. Sempre en funció dels símptomes dels participants, el nombre de repeticions serà d'**entre 3 i 10** en cada sèrie, on un nombre més baix de repeticions equivaldrà a un major pes i el descans entre sèries serà menor en funció de l'augment de repeticions (entre 1 i 3 minuts). Pel que fa al nombre de sèries, es situarà entre 3 (si es treballa amb més repeticions) i 6 (si es treballa amb poques repeticions i més pes). S'iniciarà amb un pes que permeti realitzar 8 sobre 10 repeticions. A partir d'aquí, i de forma individualitzada, es progressarà **augmentant 2'5 kg** i posteriorment en nombre de repeticions, de forma alterna. Per fer un seguiment de l'entrenament i progressió de cada participant, els fisioterapeutes aniran anotant els possibles canvis en els símptomes durant la sessió, els exercicis i la sèrie, així com la intensitat de les sessions [50].

➤ GRUP CONTROL (**CONTROL MOTOR**):

Les sessions d'aquest grup control es basaran en el desenvolupament del programa d'exercicis de control motor o *CORE*. Aquests exercicis seran seleccionats de manera individual, depenent de la simptomatologia de cada participant i mitjançant l'avaluació inicial de les postures, patrons de moviment i activació de la musculatura, per tal de normalitzar el moviment lumbo-pèlvic correcte. Igual que en el grup experimental, cada participant descriurà la intensitat del dolor abans, durant i al finalitzar la sessió per tal de adaptar-li la càrrega. D'aquesta manera, si el dolor augmenta per sobre de 4 en l'escala EVA, es reduirà (o no s'augmentarà) la càrrega. A partir de l'avaluació inicial, es desenvolupa un programa de reentrenament dissenyat, tal i com s'ha comentat anteriorment per a millorar l'activitat dels músculs amb control deficient i atrofiats, com són el transvers de l'abdomen i el multífids i reduir la hiperactivitat dels músculs hipertònics. El tractament començarà amb exercicis d'una dificultat baixa, per tal d'aprendre a controlar el moviment lumbo-

pèlvic i s'anirà progressant en la dificultat dels exercicis mitjançant la introducció de diferents posicions i postures, elements desestabilitzadors, major volum, exercicis més globals,... [27,28,50]

Per tant, el programa s'iniciarà amb l'explicació als pacients de com contreure la musculatura en qüestió de manera específica, mitjançant contraccions isomètriques i aïllades. Se'ls remarcarà la importància de mantenir una respiració normal, evitant fer apnees. En fases primerenques es progressarà amb el temps de contracció i/o sèries, per més endavant, acabar incloent exercicis més funcionals, des de tasques estàtiques fins a dinàmiques. Tot això sempre, amb un control permanent per part del terapeuta sobre el correcte reclutament de la musculatura sol·licitada, la postura i el patró de moviment [27,28].

La progressió en la intensitat i dificultat de l'entrenament serà lenta, per tal que els músculs es vagin adaptant a les càrregues. En les **quatre primeres setmanes**, es començarà ensenyant als participants a trobar la **posició neutra** i a **dissociar moviments** de columna-pelvis en decúbit supí, decúbit pro, en sedestació, a quatre potes i en bipedestació amb suport de la paret i sense suport i lleugera flexió de genolls i maluc. A part, s'introduirà l'ús de la Unitat d'estabilització de Pressió per Biofeedback (**PBU**), un aparell que mesura la pressió a la qual se la sotmet i que permet rebre una retroalimentació constant sobre la posició de la regió lumbar, segons el grau de pressió sobre l'aparell. Per a individualitzar els exercicis atenent a cada pacient, en cada sessió, s'avaluarà la màxima contracció isomètrica voluntària (MCIV) amb la PBU, a partir de la qual es calcularà el **75% de la RM**. Aquesta serà la força amb que cada pacient treballarà durant els exercicis. En cada exercici de la sessió, els participants realitzaran **contraccions isomètriques de 6 segons**, amb **descans intrasèrie de 6 segons i entre sèries de 60 segons**. En cada sèrie es realitzaran de **7 a 9 repeticions i entre 2 i 3 sèries** de cada exercici. En cada sessió es progressarà en la dificultat dels exercicis amb PBU, realitzant 4 exercicis per setmana, segons la posició del cos [9,50]:

- 1a i 2a sessió:

- Decúbit pro bàsic
- Decúbit supí bàsic amb genolls flexionats
- Sedestació bàsic en una cadira amb l'esquena recolzada a la paret
- Bipedestació amb suport a la paret
- 3a i 4a sessió:
  - Decúbit pro amb moviment de membres superiors (MMSS) i membres inferiors (MMII)
  - Decúbit supí amb moviment de MMSS i MMII
  - Sedestació amb moviment de MMSS i MMII
  - Bipedestació amb suport d'avantbraços
- 5a i 6a sessió:
  - Quadrupèdia amb moviment de MMSS i MMII
  - Supí amb enrotllament superior
  - Sedestació amb inestabilitat i moviment de MMSS i MMII
  - Bipedestació lateral a la paret
- 7a i 8a sessió:
  - Decúbit pro inestable
  - Decúbit supí amb enrotllament inferior
  - Sedestació inestable amb moviment MMSS i MMII
  - Bipedestació lateral inestable

A partir de la cinquena setmana, quan ja hi hagi un bon control de l'estabilitat lumbo-pèlvica, es passarà a realitzar exercicis on el control de la posició lumbo-pèlvica i força abdominal, s'hagi d'integrar dins d'exercicis més globals i funcionals, caracteritzats per ser exercicis de major càrrega i sense la retroalimentació de la PBU, havent de **controlar-ho sense ajudes externes**. En quant a la **5a, 6a i 7a setmana**, els exercicis que es realitzaran seran exercicis dinàmics amb la **fitball**, amb volums de **2-3 sèries de 15-20 repeticions**. Els exercicis a desenvolupar seran els següents [51]:

- Sedestació realitzant flexions de tronc amb braços estirats i pilota d'1/2 kg a les mans i *fitball* en la zona lumbar

- Pont lumbar amb *fitball* a les espatlles i aixecament alternat de cames
- Pont lumbar amb fitball als peus (tant bipodal com monopodal)
- Planxa frontal amb fitball als peus i realitzant esquats

Pel que fa a les tres darreres setmanes de tractament, la 8a, 9a i 10a, es durà a terme un entrenament de moviments funcionals, els quals requeriran d'acceleració, desacceleració i estabilització dinàmica, que dependrà de l'habilitat del sistema neuromuscular de produir contraccions isomètriques, concèntriques i excèntriques durant els patrons de moviment. El volum d'entrenament serà també de 4 exercicis, amb **2-3 sèries de 10-15 repeticions** per cada un. Els exercicis a desenvolupar seran els següents [51]:

- *Lunges* multidireccionals amb pes
- Rotacions de tronc amb pilota medicinal
- *Lunge* frontal amb pilota medicinal i rotació de tronc
- Diagonals de Kabat amb pilota medicinal (alta demanda d'estabilitat lumbo-pèlvica i combinació de cadenes musculars superiors i inferiors)

#### 4.6. GENERALITZACIÓ I APLICABILITAT

En cas que les hipòtesis de treball es confirmessin, degut a que els resultats de l'estudi han estat estadísticament significatius pel que fa a l'ús dels exercicis d'aixecament de pes, amb una mida mostral representativa, es pot afirmar que els resultats es poden generalitzar (a través de la inferència estadística) amb un índex de confiança del 95%. D'aquesta manera ens asseguràrem, amb un baix percentatge d'error alfa (5%) que el tractament proposat seria efectiu per a la població amb dolor lumbar mecànic nociceptiu sobre les variables analitzades.

És per això que el tractament es podria extrapolar a tota la població diana, és a dir, tota aquella gent amb dolor mecànic nociceptiu a, sense que influís l'ètnia, l'espai o el nivell socioeconòmic, ja que el material per a realitzar els tractaments són senzills i assequibles, amb la única necessitat de realitzar correctament la tècnica dels



exercicis. Tot i això, s'hauria de realitzar sempre el tractament a través d'un enfocament biopsicosocial.

En el cas que de confirmar-se les hipòtesis alternatives, el present projecte podria ser útil per tal de començar a canviar el paradigma tradicional amb l'ús de teràpia manual i exercicis de control motor de baixa intensitat, introduint l'ús d'exercicis progressius d'aixecament de pes. D'aquesta manera, es faria un canvi en el model actual de tractament de la patologia en qüestió.

Per altra banda, en cas que els resultats obtinguts siguin no significatius, i per tant es refuti les hipòtesis alternatives, igualment també es publicarien les conclusions extretes de l'estudi, per tal d'evitar caure en el biaix de publicació, per la qual només es publiquen els resultats que són significatius, deixant de banda els estudis amb resultats no significatius.

En el cas que sols alguna/es de les hipòtesis es confirmin, seria de gran importància indagar més profundament en els perquè dels resultats, a través de nous estudis sobre el tema.

No obstant, els resultats d'un estudi per si sols no són suficients com per crear tendència a l'hora d'evidenciar l'efectivitat d'un tractament pel problema plantejat. És per això que seria necessari que es realitzessin més estudis de qualitat per a poder evidenciar de manera contrastada i fiable l'efectivitat del tractament d'aixecament de pes en lumbàlgia mecànica nociceptiva.

#### 4.7. ANÀLISI ESTADÍSTICA

L'anàlisi estadística el durà a terme un informàtic especialitzat en estadística, que analitzarà les dades a partir del programa Statistical Package for the Social Sciences SPSS en dues fases. Una primera fase sobre estadística descriptiva de les dades dels participants, i una segona sobre la inferència estadística.

En aquesta primera part, referent a l'estadística descriptiva, per tal de conèixer les característiques de la mostra, es realitzarà l'anàlisi univariant i bivariant. Pel que fa

al primer, on s'analitzen i resumeixen les variables una per una, s'utilitzaran taules de freqüència i representacions gràfiques. Les taules de freqüència permetran extreure informació sobre els índex de tendència central i de posició (especialment la mitjana aritmètica, la moda i la mediana) i els índex de dispersió (com l'amplitud, el rang interquartílic i la desviació típica), en el cas de les variables que siguin quantitatives. En canvi, en les representacions gràfiques, per tal de facilitar la comprensió de la informació es farà ús de diagrames de barra o de sectors, quan la variable sigui qualitativa, mentre que per les variables quantitatives, s'utilitzaran polígons de freqüència.

Pel que fa a l'anàlisi bivariant, s'utilitzarà per descriure les relacions entre dues variables, a través del coeficient de correlació lineal de Pearson (diagrama de dispersió) quan es comparin dues variables quantitatives, el Chi quadrat (taula de contingència) quan es faci entre dues qualitatives i amb la T-student (comparació de mitges) quan es comparin una variable quantitativa i una de qualitativa.

Respecte la segona part, la inferència estadística es realitzarà a través de la comparació de mitges i s'iniciarà amb la formulació del contrast d'hipòtesis, a partir de les hipòtesis redactades en l'apartat corresponent. D'aquesta forma estimarem el paràmetre de la població amb un 95% de confiança i un error del 5%, tal i com és fa en la majoria dels estudis sobre fisioteràpia. En el contrast d'hipòtesis, per cada variable dependent, es descriurà una hipòtesi nul·la i una hipòtesi alternativa. Aquesta última serà acceptada en el cas de que el resultat sigui significatiu ( $p = 0 < 0'05$ ) o refutada quan el resultat sigui no significatiu ( $p > 0'05$ ).

De totes aquestes dades, s'escollirà la informació més rellevant i significativa per tal de poder extreure les conclusions òptimes.

## 5. ORGANITZACIÓ DE L'ESTUDI

- **Fase prèvia:** en aquesta fase s'iniciarà el projecte amb la cerca bibliogràfica que sustentarà el treball, a través del marc teòric, on es descriuran els aspectes rellevants del treball juntament amb la justificació del treball.

Seguidament es passarà a descriure l'estudi a nivell metodològic i demés parts del protocol. A part, es durà a terme la preparació dels recursos humans i materials i l'obtenció de la mostra:

- **Recerca de recursos humans i materials:** aquesta primera part del projecte es dedicarà a preparar tots els recursos per a poder realitzar la intervenció, avaluació i anàlisi posterior. L'investigador principal s'encarregarà de gestionar tota la documentació necessària per a poder dur a terme l'estudi. D'aquesta manera l'investigador contactarà amb empreses per a poder obtenir el material necessari pel tractament (peses, pilotes,...) amb una bona relació qualitat-preu. En relació a les instal·lacions necessàries per a dur a terme els tractaments, contactarà amb la Universitat de les Illes Balears, situada a Palma, per a que ens cedeixi l'espai necessari (sala) per realitzar-hi els tractaments. Per altra banda, l'investigador també prepararà els recursos humans, elegint els 2 fisioterapeutes que tractaran, escollirà també al fisioterapeuta que farà les avaluacions pre i post intervenció, la persona becada que s'encarregarà de citar als pacients per a realitzar les avaluacions i el tractament i elegirà un informàtic que realitzarà l'anàlisi estadístic. Tots ells, després de que l'estudi hagi estat acceptat pel Comitè d'Ètica de la Investigació de les Illes Balears (CEI-IB), rebran la formació necessària en funció del seu paper, a través d'una explicació detallada del que necessitin saber i sobre la feina que se'ls hi encomana. A part de tot això, l'investigador es posarà en contacte amb el director d'atenció primària a Palma per explicar-li l'estudi, per tal de poder comptar amb els diferents CAP's de Palma per obtenir la mostra necessària. Així es contactarà amb aquests centres per aconseguir arribar a un acord per a que cedeixin els pacients que reuneixin els requisits inicials (edat i diagnòstic). En el cas que durant l'exploració el metge trobi algunes *red flags*, aquell/s pacient/s seran directament descartats del projecte.

- **Obtenció de la mostra:** l'investigador proporcionarà la documentació necessària al director i als metges dels CAP's, per tal de que elaborin un Excel amb els pacients d'entre 18 i 64 anys que siguin diagnosticats de lumbàlgia mecànica nociptiva, amb el nom complet i el seu número de telèfon. Posteriorment, el becari serà l'encarregat de telefonar un per un a tots els pacients inclosos en l'Excel per acordar una cita en un lloc i hora determinats. En aquesta cita, l'investigador principal tornarà a avaluar a cada individu per reduir la possibilitat de produir biaix diagnòstic, i en cas de coincidir amb el diagnòstic mèdic, es recolliran les dades personals bàsiques i es passaran els criteris d'inclusió i exclusió [annex 2]. Si després d'haver dut a terme totes les cites inicials, la població elegible (tots aquells que hagin passat els criteris d'inclusió i exclusió) és major a la mostra necessària (84 pacients), es realitzarà l'aleatorització per a la selecció (mostreig) a través d'una taula de nombres aleatoris, amb el programa Excel. En cas de sortir elegits, el becari telefonarà personalment a cada un dels participants per a indicar-los que se'ls cita per a entregar-los el full d'informació al pacient [annex 3], on s'explica i descriu l'estudi i el full del consentiment informat [annex 4] per tal que se'ls llegeixin a casa. En cas que hi estiguin d'acord i vulguin participar a l'estudi hauran de retornar el consentiment informat signat. Al mateix moment que entreguin el full, se'ls realitzarà l'aleatorització a cada un dels grups, mitjançant la tècnica dels sobres opacs, amb una raó d'assignació d'1:1. Així, els sobres estaran situats dins una capsa (42 sobres de cada grup), on cada subjecte escollirà un sobre a l'atzar dins el qual apareixerà el grup de tractament i els dies que es duran a terme les sessions. En conèixer tots els participants, es concretarà en quina franja horària es distribuirà cada un d'ells.
- **Fase d'intervenció i avaluacions:** la intervenció durarà 10 setmanes, en les quals cada grup rebrà el tractament marcat. Atenent el nombre elevat de la mostra (42 en cada un dels dos grups), es dividirà cada grup en 4 subgrups

(10-11 en cada subgrup) per així reduir la quantitat de pacients en la sessió i poder individualitzar en major mesura. L'avaluació pre es realitzarà el divendres anterior a la setmana inicial de tractament, mentre que el post, s'executarà el dilluns següent a la setmana final de tractament. Pel que fa a l'avaluació de la recidiva, es durà a terme als 3, 6 i 12 mesos post tractament. Aquesta fase tindrà una duració de 15 mesos.

- **Fase d'anàlisi de les dades, resultats i conclusions:** en aquesta fase es recolliran els resultats i seguidament s'analitzaran amb el programa informàtic per part de l'informàtic/estadístic, el qual en traurà i redactarà, conjuntament amb l'investigador, les conclusions. Posteriorment es passarà a difondre les dades rellevants extretes en l'estudi, a través de xerrades informatives a centres d'atenció primària, congressos,... i amb la realització d'un article científic que serà d'accés obert (gratuït) per tal de transmetre els nous coneixements a la comunitat científica per a que, en base a les conclusions, es pugui anar obtenint major informació i evidència sobre el tema. Aquest últim procés tindrà una durada de quatre mesos.

## 6. CALENDARI

El projecte d'investigació s'iniciarà el juny del 2020 i tindrà una durada aproximada de 26 mesos, marcant-se la data de finalització teòrica el juliol del 2022. El calendari del projecte d'investigació, detallat en l'apartat "Organització de l'estudi" serà el següent:

**Taula 2: Resum del calendari previst**

	Jun 20	Jul 20	Ago 20	Set 20	Oct 20	Nov 20	Des 20	Gen 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	Mai 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Set 21	Oct 21	Nov 21	Des 21	Gen 22	Feb 22	Mar 22	Abr 22	Mai 22	Jun 22	Jul 22
<b>Recursos humans i materials</b>																										
<b>Obtenció de la mostra</b>																										
<b>Avaluació</b>																										
<b>Intervenció</b>																										
<b>Anàlisi de dades</b>																										
<b>Redacció dels resultats i conclusions</b>																										
<b>Difusió dels resultats</b>																										

## 7. LIMITACIONS I POSSIBLES BIAIXOS

Tot i que els assajos clínics aleatoritzats tenen un alt grau d'evidència científica, aquests tipus d'estudis poden incloure en ells possibles biaixos, que limitaran la qualitat del mateix, podent afectar en els resultats finals i disminuint la validesa interna de l'estudi.

- ✓ Biaix de selecció: És un dels biaixos que es podria donar en el present estudi, degut al fet que els participants poden abandonar l'estudi per motius personals o incapacitat, degut a que el tractament inclou 10 setmanes de treball i molta implicació, podent afectar a la validesa interna i generant resultats no concloents. També, en quant als participants pot afectar la dificultat de trobar una patologia amb un diagnòstic tant precís, ja que habitualment, els metges de capçalera no emeten un diagnòstic tan clar i precís. Aquesta necessitat dificultarà la tasca dels metges, podent produir-se algun error de diagnòstic (biaix diagnòstic), que serà reduït mitjançant la avaluació diagnòstica que farà també l'investigador principal durant la primera sessió de selecció i informació als pacients. A part, el fet d'estudiar sobre una patologia tan concreta podrà fer que sigui més difícil trobar els pacients necessaris per a cobrir la mostra. L'homogeneïtat dels grups pot arribar a ser una limitació en l'estudi, ja que aquesta, es pot veure afectada per factors personals com l'edat, pes, to muscular, nivell condició física,... que poden afectar als resultats de les avaluacions.
- ✓ Biaix d'informació: una altra limitació podria ser la subjectivitat d'alguns tests per avaluar determinades variables. Les preguntes del qüestionari poden donar peu a confusions, fent que es contesti erròniament a les preguntes, obtenint-ne resultats falsos. Això es podria reduir si abans de respondre el qüestionari se'ls realitzés una explicació detallada de cada pregunta.
- ✓ Altres limitacions en l'estudi podrien ser els nivells d'activitat física que han realitzat els participants a casa, ja que el fet que uns no realitzin activitat física i d'altres en facin, pot alterar els resultats o també el fet de l'aprenentatge

tècnic, que pot beneficiar als qui en alguna altra ocasió han realitzat exercicis d'aixecament de pes i ja tenen dominada la tècnica. Per altra banda, els fisioterapeutes del tractament no estan cegats, cosa que pot influir sobre com gestionen cada un dels grups de l'estudi.

## 8. PROBLEMES ÈTICS

En qualsevol estudi científic, és important tenir en compte els principis ètics per tal de garantir els drets fonamentals dels pacients i respectar les normes bàsiques que qualsevol estudi ha de complir. És per això que s'han de tenir en compte els principis ètics que es varen enunciar en la Declaració de Helsinki de l'Associació Mèdica Mundial (1964) i de l'Informe *Belmont* (1978), originats a partir del Codi de Nuremberg. És per això, que entre d'altres mesures, cada subjecte participant haurà de signar el consentiment informat [annex 4]. A més, s'informarà a cada participant sobre tot el que necessiti saber per poder prendre una decisió vers la participació en l'estudi, remarcant-los el fet de poder abandonar l'estudi en qualsevol moment sense necessitat de justificació alguna.

El/s investigador/s declararà no tenir conflicte d'interès, ja que no té establides relacions econòmiques o personals que poguessin influir de manera inadequada en les seves decisions.

En quant al tractament de les dades, es durà a terme conforme la Llei Orgànica 15/1999, del 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal [49].

Per altra banda, abans de poder desenvolupar el projecte d'investigació, es presentarà al CEI-IB per tal que n'aprovi la seva execució.

## 9. PRESSUPOST

En aquest apartat es realitza una estimació del cost total del projecte, tenint en compte els recursos humans i materials necessaris.



**Taula 3: Pressupost per recursos humans**

<b>DESPESES HUMANES</b>			
Contracte	Unitat	Preu	Total
<i>Fisioterapeuta de tractament</i>	2	800 €	1600 €
<i>Fisioterapeuta avaluador</i>	1	0 €	0 €
<i>Becari</i>	1	0 €	0 €
<i>Informàtic/estadístic</i>	1	900 €	900 €
<b>Total despesa humana: 2500 €</b>			

En quant als fisioterapeutes de tractament i el fisioterapeuta avaluador, es buscaran professionals que vulguin participar per interès propi sobre el tema, traient de benefici el poder participar en el projecte i en la publicació del mateix. No obstant, degut a la quantitat d'hores fetes pels fisioterapeutes de tractament (160 hores), la seva feina serà retribuïda. Pel que fa al becari, aquest serà un alumne que haurà rebut la beca estatal d'introducció a la investigació per a estudiants universitaris (Programa JAE-Intro ICU) [52].

**Taula 4: Pressupost per recursos materials**

<b>DESPESES MATERIALS</b>			
Material	Unitat	Preu	Total
<i>Folis [53]</i>	3x500	3 €	9 €
<i>Pilota medicinal [54]</i>	10	14'99 €	149'9 €
<i>Barra i discs [55]</i>	10	169'99 €	1699'9 €
<i>Fitball [56]</i>	10	4'99 €	49'9 €
<i>PBU [57]</i>	10	94 €	940 €
<i>Publicació article Open Access</i>	1	2.000 €	2.000 €
<b>Total despesa material: 4.848'7 €</b>			

Per tant, en total el pressupost estimat serà d'uns 7.349 €

A part, la facultat de fisioteràpia de la Universitat de les Illes Balears cedirà una sala on es puguin realitzar els tractaments i un despatx amb ordinador i un armari amb calaixos amb pany per guardar els documents i l'Excel.

Per tal de poder fer front al pressupost, es sol·licitaran beques d'investigació a ens públics, al col·legi de fisioterapeutes,...D'aquesta manera, es demanarà la beca d'Introducció a la Recerca de la Universitat de Lleida dotada de 1.250€, la beca de l'Agència Estatal d'Investigació,...[58,59]

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Merskey H, Bogduk N. Classification of Chronic Pain. 2a ed. Seattle: IASP Pain terminology; 1994.
2. Koes BW, Van Tuler MW, Thomas S. Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ*. 2006; 332(7555): 1430-1434.
3. Michaelson P, Holmberg D, Aasa B, Aasa U. High load lifting exercise and low load motor control exercises as interventions for patients with mechanical low back pain: a randomized controlled trial with 24-month follow-up. *J Rehabil Med*. 2016; 48: 456–463.
4. Smart KM, Blake C, Staines A, Thacker M, Doody C. Mechanisms based classifications of musculoskeletal pain: part 3 of 3: symptoms and signs of nociceptive pain in patients with low back (+/- leg) pain. *Man Ther* 2012; 17: 352–357.
5. Casado Morales MI, Moix Queraltó J, Vidal Fernández J. Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clínica y Salud* [Internet]. 2008 Des [citat 2020 Feb 07]; 19 (3): 379-392. Disponible a: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-52742008000300007&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-52742008000300007&lng=es)
6. Garica Delgado JA, Valdés Lara G, Martínez Torres JC, Pedroso Morales I. Epidemiología del dolor de espalda bajo. *Invest Medicoquir*. 2014; 6(1): 112-25.
7. Valero de Bernabé Calle ME. Lumbalgia crónica en la población española. Factores Asociados y calidad de vida según la Encuesta Nacional de Salud 2011. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2015.
8. Rivas Hernández R, Santos Coto CA. Manejo del síndrome doloroso lumbar. *Rev Cubana Med Gen Integr* [Internet]. 2010 [citat 2020 Feb 15]; 26(1). Disponible a: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252010000100013&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252010000100013&lng=es)
9. Rubí FJ. Efectivitat d'una intervenció fisioterapèutica basada en la pre-activació del transvers abdominal en pacients amb lumbàlgia inespecífica crònica en Atenció Primària. Universitat de Lleida; 2017.

10. Guic E, Rebolledo P, Galilea E, Robles I. Contribución de factores psicosociales a la cronicidad del dolor lumbar. *Rev Med Chil.* 2002; 130(12): 1411-1418.
11. Nijs J, Apeldoorn A, Hallegraeff H, Clark J, Smeets R, Malfliet A et al. Low back pain: Guidelines for the clinical classification of predominant neuropathic, nociceptive, or central sensitization pain. *Pain Physician.* 2015; 18(3): 333-345.
12. Müller-Schwefe G, Morlion B, Ahlbeck K, Alon E, Coaccioli S, Coluzzi F, et al. Treatment for chronic low back pain: the focus should change to multimodal management that reflects the underlying pain mechanisms. *Current medical research and opinion.* 2017; 33(7); 1199-1210.
13. Bordas J, Forcada J, García J, Joaniquet F, Pellisé F, Mazeres O, et al. Patologia de la columna lumbar en l'adult. *Guies de pràctica clínica i material docent.* Institut Català de la Salut. 2004;1–49.
14. Kendall FP, MacCreay EK, Crosby RW & Krause CC. *Músculos, pruebas y funciones.* 3a ed. Barcelona: Jims; 1985.
15. Juan Sierra IA, Lozano Rincón L, Patricia Dávila C, Andrés Mora J, Tramontini Jens C. Anatomía de la columna vertebral en radiografía convencional. *Rev Medica Sanitas.* 2018; 21(1): 39-46.
16. Palastanga N, Field D, & Soames R. *Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento.* 3a ed. Badalona: Ed Paidotribo; 2007
17. McHill SM. *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation.* 2a ed. Champaign: Human Kinetics; 2007.
18. Alvis Gómez K, Osorio Quigua C. Caracterización cinética del ligamento flavum. *Rev iberamericana de fisioterapia y kinesiología .*1999; 2(3): 144-166.
19. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Gray. Anatomía para estudiantes.* 1a ed. Madrid: Elsevier España; 2005.
20. Gómez Vega JC, Acevedo González JC. Anatomía de la inervación lumbar. *Universitas médica.* 2015; 56(3): 300-311.
21. Moreno Restrepo JR. Sistematización de la medula espinal. *Correlación anatómica y clínica. Medicina UPB.* 2002; 21(2): 119-135.

22. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: Core concepts and current literature, part 1. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005; 84(6): 473–480.
23. Hoffman J, Gabel P. Expanding Panjabi's stability model to express movement: a theoretical model. *Medical Hypotheses*. 2013; 80(6): 692–697.
24. Luque-Suárez A, Díaz-Mohedo E, Medina-Porqueres I, Ponce-García T. Stabilization exercise for the management of low back pain. *Low back pain*. 2012: 261-292.
25. Harts CC, Helmhout PH, de Bie RA, Staal JB. A high-intensity lumbar extensor strengthening program is little better than a low-intensity program or a waiting list control group for chronic low back pain: a randomised clinical trial. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2008; 54: 23–31.
26. Carey TS, Freburger JK. Exercise and the Prevention of Low Back Pain. *JAMA Int Med*. 2016; 176(2): 208-209.
27. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Curr. Sports Med. Rep*. 2008; 7(1): 39-44.
28. Gazzi Macedo L, Latimer J, Maher CG, Hodges PW, McAuley JH, Nicholas MK et al. Effect of Motor Control Exercises versus graded activity in patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *Physical therapy*. 2012; 92(3): 363-377.
29. Unsgaard-Tøndel M, Fladmark AM, Salvesen Ø, Vasseljen O. Motor control exercises, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Physical therapy*. 2012; 90(10): 1426-1440.
30. McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Physical therapy*. 1998; 78(7): 754-765.
31. Wai EK, Roffey DM, Bishop P, Kwon BK, Dagenais S. Causal assessment of occupational lifting and low back pain: results of a systematic review. *The spine Journal*. 2010; 10(6): 554-566.
32. Berlung L, Aasa B, Hellqvist J, Michaelson P, Aasa U. Which patients with low back pain benefit from deadlift training?. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015; 29(7): 1803-1811.

33. Escamilla RF, Lowry TM, Osbahr DC, Speer KP. Biomechanical analysis of the deadlift during the 1999 Special Olympics World Games. *Med Sci Spo Exec.* 2001; 33(8): 1345-1353.
34. Caterisano A, Moss RF, Pellingier TK, Woodruff K, Lewis VC, Booth W, et al. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. *J. Strength Cond. Res.* 2002; 16(3):428–432.
35. Berglund L. Deadlift training for patients with mechanical low back pain: a comparison of the effects of a high-load lifting exercise and individualized low-load motor control exercises. [tesi doctoral]. Umeå: Umeå universitet; 2016.
36. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA. Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann intern med.* 2017; 166(7): 514-530.
37. Childs, JD, Cleland JA, Elliott JM, Teyhen DS, Wainner RS, Whitman JM, et al. Neck pain: clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2008; 38(9): A1-A34.
38. Laporte J-R. Principios básicos de investigación clínica. Principios básicos de investigación clínica. 2001. 12-13.
39. Ibestat. Municipi en xifres. Palma [Internet]. [citat 21 Abr 2020]. Disponible a: <https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/municipi-xifres/07040/Palma&lang=ca>
40. Determinación del tamaño muestral [Internet]. [citat 21 Abr 2020]. Disponible a: [https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano\\_muestral.pdf](https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano_muestral.pdf)
41. Lazcano-Ponce E, Salazar-Martinez E, Gutiérrez-Castrelló P, Angeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes JL. Ensayos clínicos aleatorizados: Variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud Publica Mex.* 2004;46(6):559–84.
42. Montero Ibáñez R, Manzanares Briega A. Escalas de valoración del dolor. *Jano.* 2005; 68(1553): 41-44.

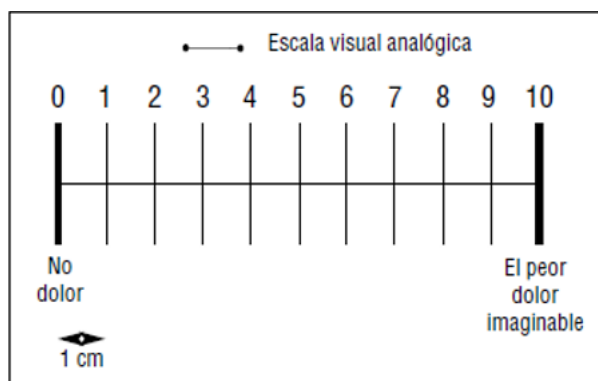
43. Ito T, Shirado O, Suzuki H, Takahashi M, Kaneda K, Strax TE. Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996; 77(1): 75-79.
44. Moreau CE., Green BN, Johnson CD, Moreau SR. Isometric back extension endurance tests: a review of the literature. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2001; 24(2): 110-122.
45. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80(8): 941-944.
46. Evans K, Refshauge KM, Adams R. Trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. *Journ Scie Med Sport*. 2007; 10(6): 447-455.
47. Arias Chamorro, B, Betancourth Flores J, Ponce Galarza S. Valoración de discapacidad física por lumbalgia aplicando la escala de “Oswestry” en comparación con la escala de “Roland y Morris” en pacientes adultos del servicio de medicina física y rehabilitación del Hospital Quito No. 1 de la Policía Nacional. Mayo-Diciembre 2010. Universidad central de Ecuador; 2012.
48. Villagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, et al. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gac Sanit*. 2005;19(2): 135-150.
49. Jefatura del Estado. 23750 LEY ORGÁNICA 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. *Boe*. 1999. p. 43088–99.
50. Aasa B, Berglund L, Michaelson P, Aasa U. Individualized low-load motor control exercises and education versus a high-load lifting exercise and education to improve activity, pain intensity, and physical performance in patients with low back pain: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015; 45(2): 77-85.
51. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005; 16(3): 669–689.

52. Programa JAE – Ministerio de Ciencia e Innovación [Internet]. [citat 24 Abr 2020]. Disponible a: <https://sede.csic.gob.es/intro2020>
53. Carrefour.es [Internet]. [citat 20 Mar 2020]. Disponible a: <https://www.carrefour.es/paquete-500-hojas-80-gr-din-a4/2000880435/p?skuld=7170010000&selectedSize=>
54. Decathlon.es [Internet]. [citat 20 Mar 2020]. Disponible a: [https://www.decathlon.es/es/p/balon-medicinal-toneball-lastrado-1-kg-diametro-20-cm/\\_/R-p-14217?mc=8290417&c=AZUL\\_AZUL+TURQUESA](https://www.decathlon.es/es/p/balon-medicinal-toneball-lastrado-1-kg-diametro-20-cm/_/R-p-14217?mc=8290417&c=AZUL_AZUL+TURQUESA)
55. Decathlon.es [Internet]. [citat 20 Mar 2020]. Disponible a : [https://www.decathlon.es/es/p/kit-de-pesas-y-barras-de-musculacion-domyos-de-93-kg/\\_/R-p-10804?mc=4687932&c=NEGRO](https://www.decathlon.es/es/p/kit-de-pesas-y-barras-de-musculacion-domyos-de-93-kg/_/R-p-10804?mc=4687932&c=NEGRO)
56. Decathlon.es [Internet]. [citat 20 Mar 2020]. Disponible a : [https://www.decathlon.es/es/p/pelota-pilates-softball-talla-s-diametro-220mm-talla-l-diametro-260mm/\\_/R-p-305188?mc=8529179&c=GRIS](https://www.decathlon.es/es/p/pelota-pilates-softball-talla-s-diametro-220mm-talla-l-diametro-260mm/_/R-p-305188?mc=8529179&c=GRIS)
57. STABILIZER [Internet]. [citat 20 Mar 2020]. Disponible a: <http://www.rehabmedic.com/stabilizer.html>
58. Beca Introducció a la Recerca – Universitat de Lleida [Internet]. [citat 29 Abr 2020]. Disponible a: [https://www.udl.cat/ca/serveis/seu/introduccio\\_recerca/#collapse-f3a83b20-dfa3-11e5-b626-005056ac0088-1-1-1](https://www.udl.cat/ca/serveis/seu/introduccio_recerca/#collapse-f3a83b20-dfa3-11e5-b626-005056ac0088-1-1-1)
59. Planificación de las convocatorias de la Agencia Estatal de Investigación hasta el final del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de innovación 2017-2020 – Ministerio de Ciencia e Innovación [Internet]. [citat 29 Abr 2020]. Disponible a: <http://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.26172fcf4eb029fa6ec7da6901432ea0/?vgnextoid=b51b86ac1cd1b610VgnVCM1000001d04140aRCRD>



## 11. ANNEXOS

### 11.1. Annex 1: escala visual anàloga pel dolor



## **11.2. Annex 2: full de dades personals i qüestionari inicial**

### ***FULL DE DADES PERSONALS I QÜESTIONARI INICIAL***

Data:

Sexe:

Edat:

Telèfon:

Correu electrònic:

<b>Criteri</b>	<b>SI/NO</b>
Està realitzant algun altre tipus de tractament, físic (teràpia manual, massatge,...) o farmacològic (excepte paracetamol), per a la patologia en qüestió?	
Necessita prendre medicació diària (opioides majors, corticoesteroides, relaxants musculars... per alguna altra patologia?	
Està embarassada o de post part menor a 3 mesos?	
Presenta alguna malaltia com ara insuficiència renal, hepàtica, pulmonar o cardíaca, malalties no controlades (com anorèxia nerviosa), vertigen, malalties infeccioses agudes o cròniques, inflamació múscul-esquelètica aguda, presència de malalties greus o ferides/úlceres obertes en la zona a tractar?	
Presenta malalties sistèmiques que afectin a les articulacions o al sistema múscul-esquelètic?	
Presenta lesions traumàtiques en procés de rehabilitació?	

### **11.3. Annex 3: full d'informació al pacient**

#### **FULL D'INFORMACIÓ AL PACIENT**

**Estudi:** comparació de l'efectivitat dels exercicis d'aixecament de pes i els exercicis de control motor en lumbàlgia mecànica nociptiva.

Abans d'accedir a participar en el present estudi, és important que es llegeixi i compregui la següent informació sobre l'estudi i els procediments. En cas de qualsevol dubte, podrà formular-la abans de prendre una decisió sobre la seva participació.

Aquest full consta de la descripció de l'objectiu, els procediments, els riscos i beneficis, la confidencialitat, les alternatives disponibles per a vostè i els seus drets com a participant. No obstant, no se li garanteixen ni asseguren de cap forma els resultats de l'estudi.

Tant en els fulls inicials, com en els qüestionaris, tests i durant la intervenció és essencial que sigui franca. Sinó, podria posar-se en perill. La participació en el present estudi d'investigació és completament voluntària, podent-se negar a prendre part en ell o retirant-se en qualsevol moment sense necessitat de donar explicació alguna i sense que això li afecti a la seva futura atenció mèdica. A continuació, es fa una explicació detallada de l'estudi. És per això que preguem que llegeixi aquest document abans de prendre una decisió sobre la seva participació.

##### **1. Antecedents i objectius de l'estudi:**

Vostè ha estat convidada a participar en el present estudi d'investigació clínica degut a que està diagnosticada per part del seu metge d'atenció primària de lumbàlgia mecànica nociptiva.

És per això que en el vostre cas, és important treballar la musculatura involucrada en la regió lumbo-abdominal per tal de corregir la debilitat muscular que provoca

una inestabilitat lumbo-pèlvica, relacionada amb el seu dolor lumbar. Els exercicis que utilitzarem per a treballar això seran:

- **EXERCICIS DE CONTROL MOTOR:** també anomenats d'estabilitat lumbar o *CORE stability*, té com a objectiu principal el fet de recuperar o millorar el control i la coordinació de la columna vertebral i la pelvis mitjançant els principis de l'aprenentatge motor. A grans trets, els principis bàsics que fonamenta aquest tipus de programa són la segmentació i la simplificació. El programa de reentrenament està dissenyat per a millorar l'activitat dels músculs amb control deficient i atrofiats, com són el transvers de l'abdomen i el multifids. A part d'això, també s'aconsegueix reduir la hiperactivitat de possibles músculs. Els exercicis inclosos en aquests programes es basen en contraccions de tipus isomètriques de la faixa abdominal amb càrregues baixes.

Per altra banda, en moltes ocasions la causa del dolor lumbar sol estar relacionada amb una tècnica incorrecta del moviment i a una falta d'adaptació de la musculatura a les càrregues elevades. Una de les intervencions per a incidir directament sobre un dels mecanismes que generen major dolor, per tal de que a través d'una correcta tècnica i una millora de rendiment de la musculatura que es treballa, permeti poder realitzar els moviments de pes i d'altres sense que hi hagi presència de dolor són els següents exercicis:

- **EXERCICIS D'AIXECAMENT DE PES:** Són un tipus d'exercicis que utilitzen pesos més elevats i tenen una gran funcionalitat, ja que aquests moviments es realitzen molt sovint en les activitats de la vida diària, i per tant, tenen una gran transferència a la nostra vida quotidiana. Tenen com a objectiu reproduir les activitats de la vida diària utilitzant la tècnica correcta per a reforçar la musculatura lumbo-pèlvica i poder

realitzar moviments sense la presència de dolor. El programa de reentrenament està dissenyat per a millorar l'activació dels músculs estabilitzadors del tronc i els extensors de tronc (músculs mobilitzadors) incloent per tant, tot el sistema muscular de la zona.

Ambdós tractaments han demostrat la seva eficàcia en estudis previs. És per això que l'objectiu de projecte és conèixer quin dels dos tractaments és més efectiu per a tractar la lumbàlgia mecànica nociuceptiva.

## 2. Procediment:

A dia d'avui, juntament amb aquest full, se li ha entregat el full del consentiment informat. En cas de confirmar la seva participació, haurà de emplenar el full de consentiment informat que entregará el següent dia signada. Aquest mateix dia se l'assignará a un grup de tractament a l'atzar:

- I. Tractament amb exercicis d'aixecament de pes
- II. Tractament amb exercicis de control motor

La seva participació tindrà una durada d'10 setmanes havent de presentar-se a lloc que se l'indicará per a realitzar la intervenció 2 vegades a la setmana durant 45 minuts aproximadament cada una. A més durant el següent any posterior al tractament se li telefonará 3 cops per avaluar-ne la recidiva.

A part, la setmana anterior i posterior al programa d'intervenció se li realitzaran les avaluacions pertinents a través de tests i qüestionaris.

## 3. Riscs:

- El tractament amb exercicis de control motor pot augmentar la pressió sanguínia en determinats casos durant la seva realització.
- El tractament amb exercicis d'aixecament de pes pot agreujar els símptomes en cas de no realitzar-se amb la tècnica correcta que se li explicarà

- Pot aparèixer dolor el dia posterior en diferents músculs implicats en els exercicis degut al treball fet el dia anterior. No es preocupi, això sols és un efecte secundari per falta d'adaptació al tipus de càrrega que es treballa. Ocorre normalment després de la realització d'exercici sense estar-hi acostumat, o amb una intensitat o volum més alt de l'habitual. Això es redueix a mesura que l'individu realitza més sessions, gràcies a l'adaptació de l'organisme, que facilita una major tolerància a mesura que els subjectes agafen experiència.

#### 4. Beneficis de la participació en l'estudi:

Vostè no obtindrà cap benefici per participar en l'estudi, més enllà dels possibles efectes beneficiosos del tractament aplicat. No obstant, els coneixements obtinguts gràcies a la seva participació podrien ajudar a altres persones.

#### 5. Assegurança / compensació:

Durant la seva participació en l'assaig, estarà cobert/a amb una pòlissa de responsabilitat civil, contractada pels possibles efectes de l'estudi que cobreix danys i perjudicis, tal com exigeix la legislació espanyola vigent (RD223/2004)

#### 6. Confidencialitat de la informació:

Qualsevol informació obtinguda en aquest estudi té caràcter confidencial, a no ser que fossin requerits per la llei, i no se revelarà sense el seu consentiment expressat per escrit, a persona alguna, excepte al personal pertinent a la investigació, les autoritats sanitàries espanyoles i el Comitè Ètic d'Investigació de les Illes Balears. Si se publiquen els resultats del present estudi, la seva identitat es mantindrà confidencial. Al signar aquest document, vostè està autoritzant a l'investigador a facilitar els seus registres mèdics relacionats amb la seva participació en l'estudi a les autoritats sanitàries pertinents i al comitè ètic. Vostè pot tenir accés directe a les dades i pot sol·licitar la seva revisió en funció de la legislació i procediments locals

(Llei Orgànica de 13 de desembre de Protecció de Dades de Caràcter Personal) de mesures de seguretat dels fitxers automatitzats de protecció de dades.

#### 7. Voluntarietat de la participació:

La participació en el present estudi és totalment voluntària, té dret a negar-se a participar-hi o, si hi participa, a retirar-se en qualsevol moment, sense que això afecti la seva atenció mèdica futura. A més, l'investigador podria retirar-lo/la de l'estudi sense necessitat de consentiment, per qualsevol raó que consideri apropiada, com per exemple un efecte advers que el posés en risc, entre altres.

#### 8. Obtenció de la informació:

En qualsevol moment podrà formular les preguntes que desitgi al voltant de l'estudi. Si vostè ho precisa, se li facilitarà el número de telèfon de l'investigador principal per a qualsevol dubte o aclariment.

Palma,

#### **11.4 Annex 4: full del consentiment informat**

##### **CONSENTIMENT INFORMAT**

En virtut del que disposa en la Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre de protecció de dades de caràcter personal, l'investigador Andreu Mateu Verdera, amb DNI 43222620V, en la realització d'un projecte d'investigació, sol·licita el seu consentiment de conformitat per a participar en l'assaig clínic.

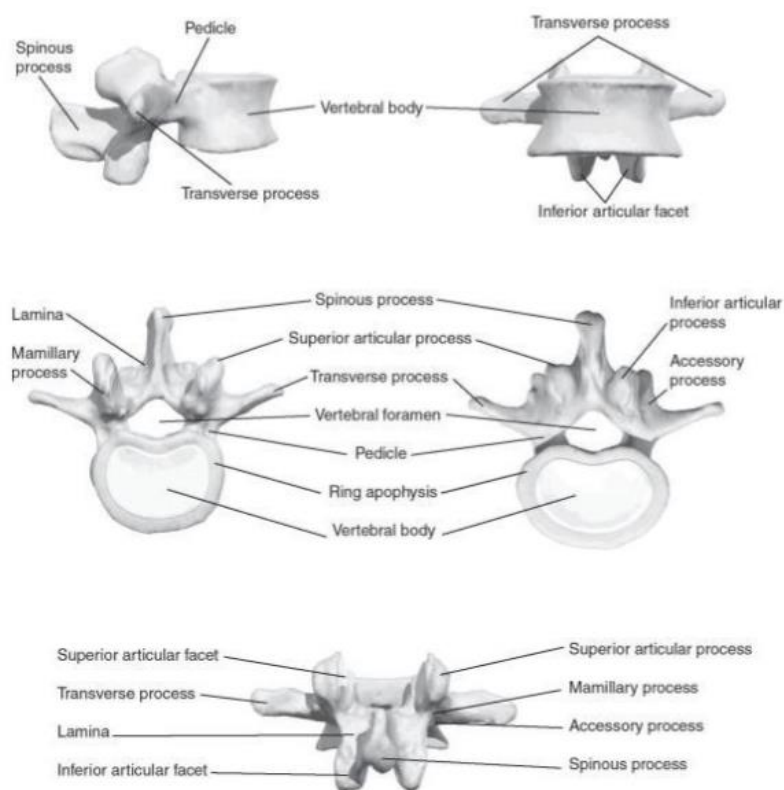
El/La Sr/Sra..... (Nom i cognoms), amb DNI....., el/la qual actuant en nom propi, havent llegit i comprès tot el full d'informació entregat, podent haver demanat preguntes sobre l'estudi i comprenent que la meva participació és voluntària i que en qualsevol moment puc retirar-me de l'estudi sense donar explicacions, dono la meva lliure conformitat per a participar en l'assaig clínic.

Palma, ..... de 2020

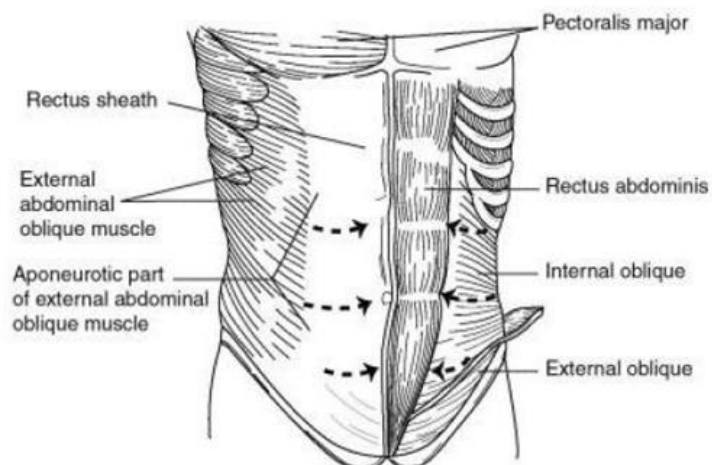


## 11.5 Annex 5: Figures

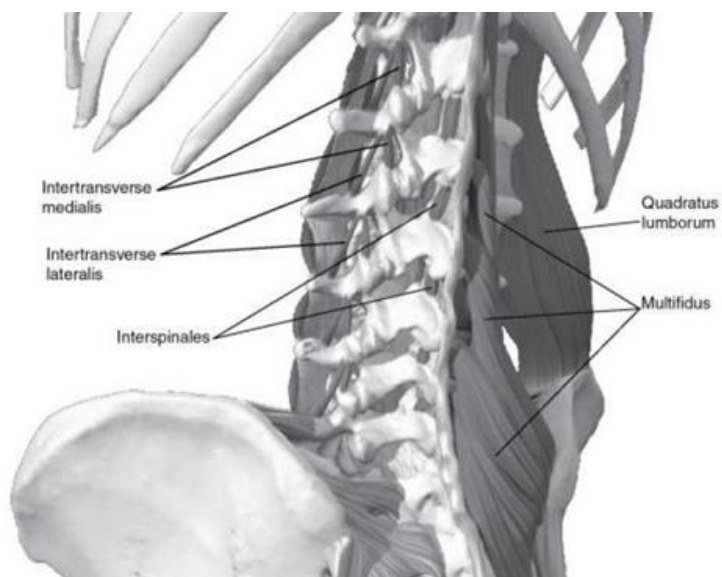
*Figura 1: Estructura i parts de la vèrtebra lumbar [17]*



*Figura 2: Fàscia i musculatura abdominal [17]*



*Figura 3: Localització anatòmica del múscul multifíds [17]*



*Figura 4: Secció transversal del disc intervertebral [17]*

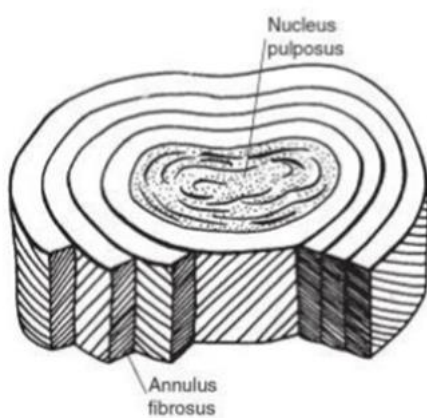


Figura 5: Lligaments vertebrals [17]

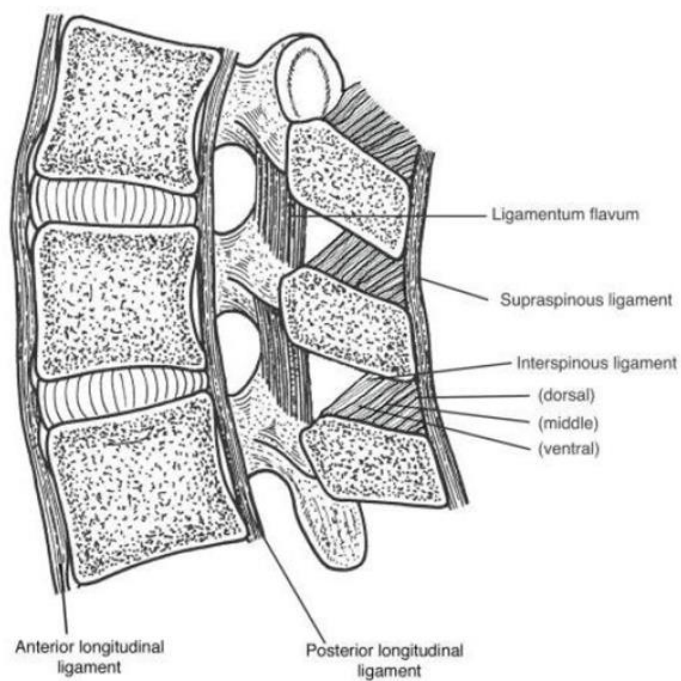
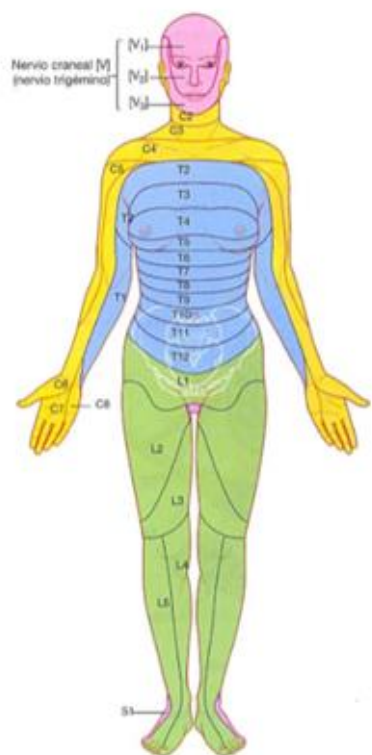
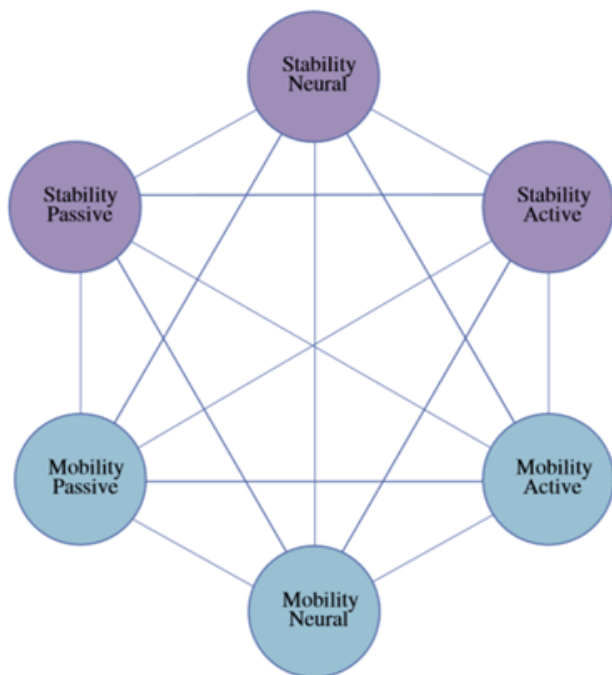


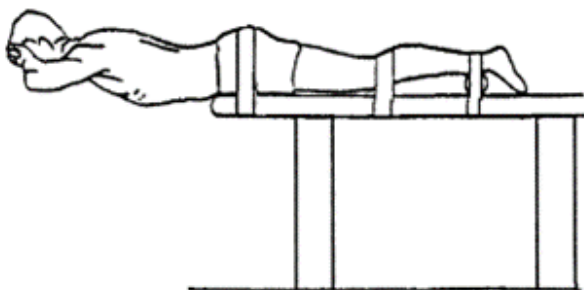
Figura 6: Distribució anterior dels dermatomes [19]



*Figura 7: Els sis subsistemes de l'actual model [23]*



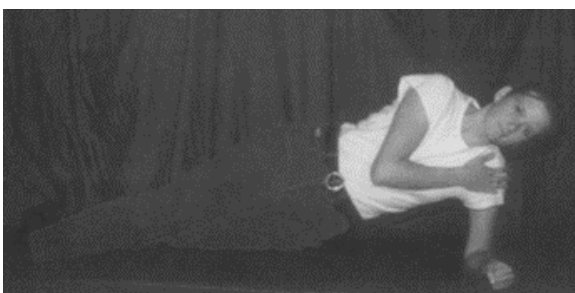
*Figura 9: Posició en el test de Biering-Sorensen [44]*



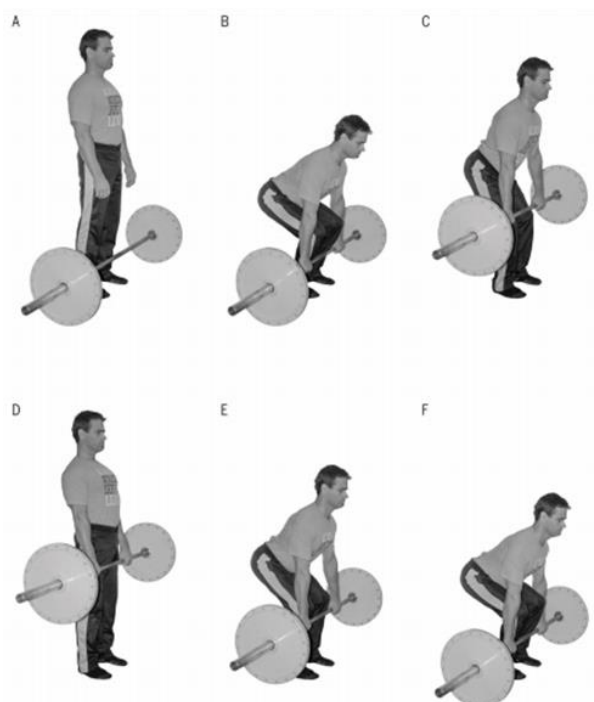
*Figura 10: Posició del test de flexió a 60° [46]*



*Figura 11: Posició del test del pont lateral [45]*



*Figura 12: Fases en l'execució de l'exercici de pes mort [50]*



### **11.6 Annex 6: Qüestionari de Discapacitat d'Oswestry**

Por favor lea atentamente: Estas preguntas han sido diseñadas para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de espalda le afecta en su vida diaria. Responda a todas las preguntas, señalando en aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más de una respuesta se puede aplicar a su caso, marque sólo aquella que describa MEJOR su problema.

#### **1. Intensidad de dolor**

Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes

El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes

Los calmantes me alivian completamente el dolor

Los calmantes me alivian un poco el dolor

Los calmantes apenas me alivian el dolor

Los calmantes no me quitan el dolor y no los tomo

#### **2. Cuidados personales (lavarse, vestirse, etc.)**

Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor

Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor

Lavarme, vestirme, etc., me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado

Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo

Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas

No puedo vestirme, me cuesta lavarme, y suelo quedarme en la cama

#### **3. Levantar peso**

Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor

Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor

El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. En una mesa)

El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo

Sólo puedo levantar objetos muy ligeros

No puedo levantar ni elevar ningún objeto

#### **4. Andar**

El dolor no me impide andar

El dolor me impide andar más de un kilómetro

El dolor me impide andar más de 500 metros

El dolor me impide andar más de 250 metros

Sólo puedo andar con bastón o muletas

Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

#### **5. Estar sentado**

Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera

Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera

El dolor me impide estar sentado más de una hora

El dolor me impide estar sentado más de media hora

El dolor me impide estar sentado más de diez minutos

El dolor me impide estar sentado

#### **6. Estar de pie**

Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor

Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor

El dolor me impide estar de pie más de una hora

El dolor me impide estar de pie más de media hora

El dolor me impide estar de pie más de diez minutos

El dolor me impide estar de pie

#### **7. Dormir**

El dolor no me impide dormir bien

Sólo puedo dormir si tomo pastillas

Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas

Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas

Incluso tomando pastillas duermo menos de dos horas

El dolor me impide totalmente dormir

## **8. Actividad sexual**

Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor

Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor

Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor

Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor

Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor

El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

## **9. Vida social**

Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor

Mi vida social es normal, pero me aumenta el dolor

El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero sí impide mis actividades más enérgicas, como bailar, etc.

El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo

El dolor ha limitado mi vida social al hogar

No tengo vida social a causa del dolor

## **10. Viajar**

Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor

Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor

El dolor es fuerte, pero aguanto viajes de más de dos horas

El dolor me limita a viajes de menos de una hora

El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora

El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital







# Su Salud y Bienestar

Por favor conteste las siguientes preguntas. Algunas preguntas pueden parecerse a otras pero cada una es diferente.

Tómese el tiempo necesario para leer cada pregunta, y marque con una ☒ la casilla que mejor describa su respuesta.

*¡Gracias por contestar a estas preguntas!*

1. En general, usted diría que su salud es:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala

2. ¿Cómo diría usted que es su salud actual, comparada con la de hace un año?:

Mucho mejor ahora que hace un año	Algo mejor ahora que hace un año	Más o menos igual que hace un año	Algo peor ahora que hace un año	Mucho peor ahora que hace un año
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



11549035

**3. Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?**

	Sí, me limita mucho	Sí, me limita un poco	No, no me limita nada
a. <u>Esfuerzos intensos</u> , tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
b. <u>Esfuerzos moderados</u> , como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
c. Coger o llevar la bolsa de la compra. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
d. Subir <u>varios</u> pisos por la escalera. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
e. Subir <u>un sólo</u> piso por la escalera. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
f. Agacharse o arrodillarse. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
g. Caminar <u>un kilómetro o más</u> . ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
h. Caminar varios centenares de metros. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
i. Caminar unos 100 metros. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....
j. Bañarse o vestirse por sí mismo. ....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....

**4. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?**

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a. ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas? .....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> .....
b. ¿Hizo <u>menos</u> de lo que hubiera querido hacer? .....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> .....
c. ¿Tuvo que <u>dejar de hacer algunas tareas</u> en su trabajo o en sus actividades cotidianas? .....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> .....
d. ¿Tuvo <u>dificultad</u> para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal)? .....	<input type="checkbox"/> <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>3</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/> <sup>5</sup> .....



**5. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?**

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a. ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas <u>por algún problema emocional</u> ? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b. ¿Hizo <u>menos</u> de lo que hubiera querido hacer <u>por algún problema emocional</u> ? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c. ¿Hizo su trabajo o sus actividades cotidianas <u>menos cuidadosamente</u> que de costumbre, <u>por algún problema emocional</u> ? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**6. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?**

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**7. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?**

No, ninguno	Sí, muy poco	Sí, un poco	Sí, moderado	Sí, mucho	Sí, muchísimo
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

**8. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?**

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5



11549035

**9. Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿con qué frecuencia...**

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a se sintió lleno de vitalidad? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b estuvo muy nervioso? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d se sintió calmado y tranquilo? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
e tuvo mucha energía? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
f se sintió desanimado y deprimido? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
g se sintió agotado? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
h se sintió feliz? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
i se sintió cansado? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**10. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?**

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**11. Por favor diga si le parece CIERTA o FALSA cada una de las siguientes frases:**

	Totalmente cierta	Bastante cierta	No lo sé	Bastante falsa	Totalmente falsa
a Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Estoy tan sano como cualquiera .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Creo que mi salud va a empeorar .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Mi salud es excelente .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**Gracias por contestar a estas preguntas**